Е.М. ДРИЗЕ
А.Ю. КЛЕЙМАН
Л.Б. КИСИН
К.Г. ШОР



ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ ТЕЛЕВИЗОР НА ТРАНЗИСТОРАХ



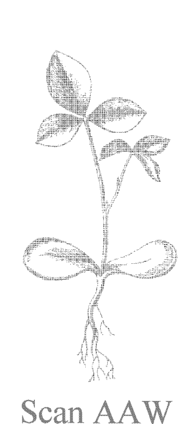
МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 632

Е. М. ДРИЗЕ, Л. Б. КИСИН,
А. Ю. КЛЕЙМАН, К. Г. ШОР

ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ ТЕЛЕВИЗОР НА ТРАНЗИСТОРАХ





«ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1967

6Ф3
Л 93

УДК 621.397.62

Любительский телевизор на транзисторах
Л-93 М., «Энергия», 1967.

48 с. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 632). 50 000 экз. 14 к.
Авт.: Е. М. Дризе, Л. Б. Кисин, А. Ю. Клейман, К. Г. Шор.

Дано описание принципа работы и схемы телевизора, выполненного полностью на отечественных серийных полупроводниковых приборах. Приводятся также основные сведения по специфике работы транзисторов в схеме телевизора и указания по конструированию, настройке и эксплуатации телевизора. Предназначена для квалифицированных радиолюбителей.

3-4-5
371-67

6Ф3

БЛОК-СХЕМА ТЕЛЕВИЗОРА

Структура блок-схемы телевизора и его отдельных узлов выбирается в зависимости от назначения телевизора, его класса и возможности производства. Большинство любительских и современных промышленных телевизоров выполняется по супергетеродинной одноканальной схеме.

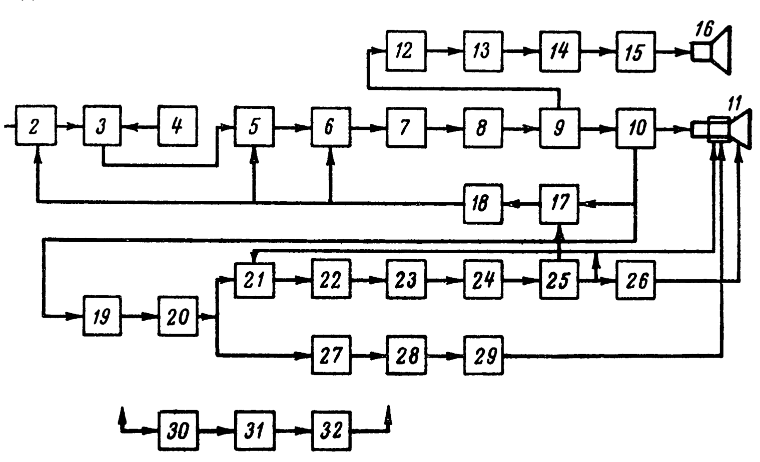


Рис. 1. Блок-схема телевизора.

На рис. 1 приведена блок-схема любительского 12-канального телевизора, выполненного на полупроводниковых диодах и триодах, основные телевизионные параметры которого соответствуют параметрам телевизора III класса. Мощность, потребляемая телевизором от сети, 60 *вт*.

Телевизор снабжен встроенной телескопической антенной *1*; кроме того, предусмотрено подсоединение наружной антенны кабелем с волновым сопротивлением 75 *ом*. Малогабаритный переключатель каналов с каскадом высокой частоты *2*, гетеродином *4* и смесителем *3* обеспечивает усиление на нижних и верхних частотах около 20 *дб*. Чувствительность телевизора по каналам изображения

и звука не хуже 60 *мкв*. В каскадах ПТК и усилителя промежуточной частоты (УПЧ) *5—7* применяются транзисторы, имеющие высокий коэффициент усиления в широком диапазоне частот.

Два первых каскада УПЧ выполнены на одиночных контурах, настроенных на среднюю частоту полосы. Третий каскад с полосовым фильтром обеспечивает требуемую форму частотной характеристики. Общее усиление всех каскадов УПЧ составляет около 60 *дб*. Резонансные контуры каждого каскада состоят из подстраиваемой индуктивности катушки, емкости транзистора и паразитной емкости монтажа. Каждый каскад УПЧ снабжен цепью нейтрализации.

В качестве видеодетектора *8* используется полупроводниковый диод. Эмиттерный повторитель *9* служит для согласования низкого входного сопротивления выходного каскада видеоусилителя *10* с высоким выходным сопротивлением видеодетектора. На промежуточной частоте звукового канала повторитель *9* работает как обычный усилитель по схеме с общим эмиттером.

Сигнал РЧ звука частотой 6,5 *мгц* поступает на усилитель *12*. Детектирование осуществляется с помощью дробного детектора *13*, собранного на двух полупроводниковых диодах. Сигнал НЧ подается на усилитель НЧ (каскады *14*, *15*), выходной каскад *15* которого включен по двухтактной схеме. Выходная мощность усилителя 0,5 *вт* при полосе частот 100—6 000 *гц*.

Импульсы синхронизации выделяются из сигнала, снимаемого с выхода видеоусилителя *10*, с помощью амплитудного селектора *19*. Затем они усиливаются, ограничиваются каскадом *20* и разделяются на импульсы строчной и кадровой частоты. Автоматическая подстройка частоты строк осуществляется путем сравнения с помощью фазового дискриминатора *21* частоты и фазы импульсов обратного хода, снимаемых с отклоняющихся катушек строчной развертки, с импульсами синхронизации, поступающими от каскада *20*. Сигнал на выходе фазового дискриминатора управляет частотой блокинг-генератора строчной развертки *22*.

Схема строчной развертки, помимо задающего блокинг-генератора *22*, включает в себя предварительный *23*, предвыходной *24* и выходной *25* каскады. С выходного трансформатора строчной развертки снимается ускоряющее напряжение для питания второго анода кинескопа *11*. Это напряжение создается в результате выпрямления импульсов обратного хода, возникающих во вторичной обмотке трансформатора, с помощью высоковольтного кенотрона выпрямителя *26*. Величина его составляет около 14 *кв*.

Импульсы кадровой частоты, выделенные в селекторе, после интегрирования поступают в блокинг-генератор кадров *27* для его синхронизации. Предвыходной каскад *28* вырабатывает пилообразное напряжение, управляющее выходным каскадом *29*. Линейность кадровой развертки создается отрицательной обратной связью.

Схема автоматической регулировки усиления АРУ (каскады *17* и *18*) изменяет усиление каскадов *2*, *5* и *6* в соответствии с изменением уровня принимаемого сигнала. При этом на выходе схемы образуется постоянное напряжение, пропорциональное уровню принимаемого сигнала; это напряжение поступает на базы транзисторов упомянутых каскадов. Управление транзисторами в каскадах *5* и *6* осуществляется в области насыщения. Предварительный кас-

кад *17* имеет задержку — 8 *в* и открывается положительными импульсами, поступающими на базу и коллектор транзистора с выхода видеоусилителя и со специальной обмотки строчного трансформатора. Выходной каскад *18* является усилителем постоянного тока, который при слабом сигнале находится в состоянии насыщения и не вызывает изменения напряжения в цепях АРУ, т. е. не уменьшает усиление.

Питание телевизора осуществляется как от сети переменного тока 127—220 *в*, так и от аккумулятора с номинальным напряжением 18 *в*. Схема блока питания от сети содержит выпрямитель *30* на диодах, стабилизирующий каскад *31* и транзисторный фильтр *32*.

КАНАЛ ВЫСОКОЙ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ВИДЕОЧАСТОТЫ

ВХОДНАЯ ЦЕПЬ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ КАНАЛОВ

Для приема электромагнитной энергии, излучаемой передатчиком в телевизоре может использоваться как внутренняя антенна, так и наружная с кабельным снижением. В качестве внутренней антенны в телевизоре применена выдвижная штыревая антенна, которая, по сравнению с магнитной, обладает большей подвижностью и действующей высотой. Поэтому она обеспечивает уверенный прием на значительном расстоянии от телецентра.

Из конструктивных соображений антенна выполнена несимметричной и представляет собой выдвижной штырь, установленный на шарнире. Антенна содержит шесть колен, общая длина ее составляет около 100 *см*.

Для диапазона УКВ действующая высота такой антенны определяется выражением

$$h_{д} = \frac{\lambda}{2\pi} \frac{1 - \cos\frac{2\pi}{\lambda} l}{\sin\frac{2\pi}{\lambda} l},$$

где λ — длина волны данного телевизионного канала;

l — геометрическая длина антенны.

На рис. 2 приведен полученный путем расчета график $h_{д}=f(l)$ для наиболее длинноволновой части рабочего диапазона (первый канал, несущая частота изображения 49,75 *Мгц*).

Из графика видно, что уже при $l=80$ *см* для напряженности поля в точке приема $E_0=250$ *мкв/м* напряжение сигнала в антенне составляет:

$$U_{а}=h_{д}E_0=105 \text{ мкв}.$$

Это напряжение определяет чувствительность телевизора. Создание телевизора на транзисторах с такой чувствительностью не представляет принципиальной трудности.

Отечественный стандарт использует горизонтальную поляризацию электромагнитного поля телевизионного сигнала. В связи с этим для наиболее эффективного приема сигнала антенна также должна быть расположена горизонтально. Однако вместе с полезным сигналом антенна будет принимать большое количество волн, отраженных от различных препятствий, что ухудшает качество изображения. При ориентировке антенны под некоторым углом к горизонту число принимаемых отражений уменьшится, но при этом снижается и действующая высота. Для некоторого компенсационного увеличения действующей высоты на конце антенны следует расположить емкостную нагрузку, которая может быть выполнена в виде металлического шарика или диска диаметром 8—10 *мм*.

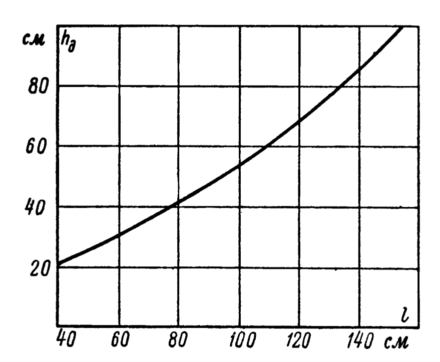


Рис. 2. Зависимость действующей высоты антенны $h_д$ от ее геометрической длины l.

От антенны напряжение сигнала подводится по кабелю с волновым сопротивлением $\rho_к$ к входу телевизора, имеющего входное сопротивление $Z_{вх}$. Для получения максимального сигнала на входе УВЧ волновое сопротивление антенны $Z_а$ должно быть согласовано с $\rho_к$ и $Z_{вх}$, т. е.

$$Z_а = \rho_к = Z_{вх}.$$

Без согласования участков входной цепи сигнал, проходя от антенны на вход телевизора, будет испытывать отражения, проявляющиеся на экране в виде паразитных повторных изображений.

Для согласования волнового сопротивления антенны с входным сопротивлением УВЧ на входе телевизора включается входная цепь C_1—C_5, L_1—L_4 (рис. 3), представляющая собой настроенный контур. Катушка индуктивности последнего звена входной цепи L_4 включена в цепь прохождения сигнала последовательно, что позволяет упростить схему переключателя каналов. Эта катушка сменная и настроена на соответствующий принимаемый канал. Последовательные контуры L_1C_1 и L_3C_4 и Т-образный фильтр C_2 L_2C_3 настроены на промежуточную частоту телевизора и предотвращают попадание в его тракт помех, имеющих частоту, совпадающую с промежуточной частотой.

Настройка телевизора на различные каналы производится с помощью переключателя телевизионных каналов (ПТК), в который, помимо входной цепи, включены усилитель высокой частоты, гетеродин и смеситель. Блок ПТК снабжен барабанным переключателем, на платах которого смонтированы катушки индуктивности, соответствующие отдельным каналам телевизионного диапазона. Блок выполнен в виде одного экранированного узла, который может быть установлен в любых типах телевизоров. Монтаж схемной платы выполняется печатным способом. Внешний металлический

кожух, помимо экранирования, защищает схему от механических повреждений.

Если телевизор с высокой чувствительностью находится на небольшом расстоянии от передатчика, то усилительные каскады могут перегружаться. Для предотвращения подобного явления телевизор снабжен ручным переключателем чувствительности *П*, имеющим два положения 1 : 1 и 1 : 10.

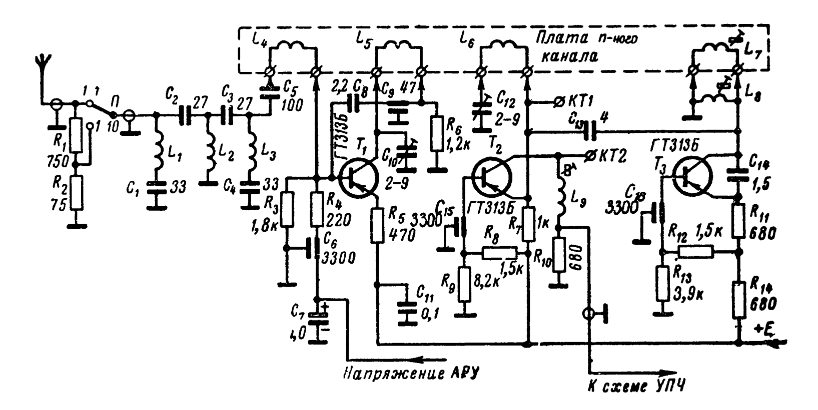


Рис. 3. Принципиальная схема блока ПТК.

Усиление всего блока ПТК примерно одинаково на верхних и нижних каналах используемого диапазона и составляет около 20 *дб*.

Рассмотрим более подробно схемы каскадов, входящих в состав ПТК.

Усилитель ВЧ. Схема усилителя ВЧ телевизора должна обеспечивать: 1) большое усиление при малом уровне входного сигнала; 2) достаточно широкую полосу пропускания; 3) малый коэффициент шума; 4) высокую избирательность по зеркальному и соседнему каналам; 5) регулировку усиления (около 30 *дб*) для компенсации изменения величины входного сигнала и отсутствие влияния этой регулировки на частотную характеристику каскада; 6) стабильность параметров при изменении температуры, напряжения питания, смене транзисторов и т. п.; 7) минимальное число каскадов, малые габариты, вес, стоимость, простоту в изготовлении, настройке и эксплуатации.

В схеме ПТК используются транзисторы типа ГТ313, имеющие коэффициент усиления по току 20—250 на частоте 50—1 000 *гц* при напряжении коллектора — 5 *в* и токе эмиттера 5 *ма*, а модуль коэффициента передачи при частоте 10^8 *гц* 3—10 (для ГТ313А) и 4,5—10 (для ГТ313Б).

Транзистор T_1, используемый в каскаде УВЧ, включен по схеме с общим эмиттером, которая дает максимальное усиление по мощности при сравнительно низком уровне шума. При использовании в каскаде УВЧ схемы с общей базой входное сопротивление

ее будет ниже и, следовательно, усиление меньше, чем в схеме с общим эмиттером, правда, с увеличением частоты эта разница уменьшается и на достаточно высоких частотах сводится к минимуму.

На базу транзистора T_1, помимо полезного сигнала, поступающего с входной цепи, подается через резистор R_4 также напряжение для автоматической регулировки усиления. В базовой и коллекторной цепях включены сменные катушки индуктивности L_4 и L_5, настроенные на частоты соответствующих каналов и укрепленные на сменных платах барабанного переключателя. Коллекторная цепь УВЧ индуктивно через катушки L_5 и L_6 связана с эмиттерной цепью смесителя, собранного на транзисторе T_2.

Основные трудности при создании схемы УВЧ вызываются наличием сильных паразитных обратных связей, к которым относятся: внутренняя обратная связь, обусловленная проходной проводимостью транзистора $У_{12}$; внешняя обратная связь из-за несовершенства экранировки каскадов УВЧ.

Паразитная обратная связь вызывает возбуждение усилителя, взаимозависимость настроек его контуров, искажение характеристик, сужение полосы пропускания, снижение устойчивости работы усилителя и т. п. Для устранения внешней обратной связи необходимо применять рациональный монтаж высокочастотных цепей. Внутреннюю обратную связь можно уменьшить, применяя схемы нейтрализации или каскодное включение транзисторов.

Максимальную величину внутренняя обратная связь имеет в схеме включения транзистора с общим эмиттером. В схеме с общей базой, где она сравнительно меньше, можно обойтись без нейтрализации, но такая схема не дает высокого коэффициента усиления, и поэтому обычно используется схема с общим эмиттером и с цепью нейтрализации.

Схемы нейтрализации достаточно просты и представляют собой пассивные линейные цепи, включаемые между входными и выходными цепями каскада. Частотная и фазовая характеристики нейтрализующей цепи выбираются таким образом, чтобы образованная ими внешняя обратная связь компенсировала внутреннюю в используемом диапазоне частот.

Следует отметить, что в нейтрализованном каскаде входное и выходное полные (комплексные) сопротивления равны соответствующим параметрам используемых транзисторов, а при отсутствии нейтрализации входное сопротивление каскада меньше, а входная емкость больше, чем в нейтрализованном каскаде.

В схеме УВЧ для компенсации реактивной части проходной проводимости $У_{12}$ используется емкость конденсатора C_8.

Недостаток схем нейтрализации заключается в том, что они компенсируют внутреннюю обратную связь лишь при точном подборе всех элементов, входящих в состав нейтрализующей цепи, и лишь на определенной частоте. Кроме того, в связи с разбросом параметров транзисторов и, в частности, величины $У_{12}$ для каждого каскада необходима своя нейтрализующая цепь.

Для облегчения конструирования иногда применяется так называемое «каскодное» содеинение двух транзисторов, при котором используется включение транзисторов по схеме общий эмиттер — общая база; эта схема не требует нейтрализации и позволяет увеличить коэффициент устойчивого усиления на 10—12 *дб*.

Особое внимание при создании схемы УВЧ следует обратить на шумы этого каскада, так как в многокаскадном усилителе шумы первого каскада определяют чувствительность усилителя. Наличие шумов ведет к снижению чувствительности схемы, т. е. ее способности обнаруживать слабые сигналы.

Шумовые свойства усилителя выражаются обычно коэффициентом шума F, знание которого позволяет оценивать величину собственных шумов любого четырехполюсника.

Основным источником шумов в транзисторном усилительном каскаде являются шумы самого транзистора, обусловленные дискретной структурой тока через переходы, хаотическим тепловым движением носителей, процессами в поверхностном слое полупроводника. Так, коэффициент шума транзистора ГТ313Б, полученный расчетным путем для частоты 180 *гц*, сопротивления источника сигнала 75 *ом*, не выше 7 *дб*. Коэффициенты шума других элементов схемы — резисторов, трансформаторов и т. п. — имеют по сравнению с ними незначительную величину, которую в приближенных расчетах можно не учитывать.

Шумы транзистора, обусловленные его конструкцией, качеством используемых полупроводниковых материалов, соблюдением геометрической точности при технологическом изготовлении и т. п., можно свести к минимуму, воздействуя на режим и условия работы транзистора в схеме усиления.

Коэффициент шума транзистора определяется выражением

$$F = 1 + \frac{1}{R_\Gamma}\left\{r_б + \frac{r_э}{2} + \frac{(r_б + r_э + R_\Gamma)^2}{2r_э\alpha^2}\left[\frac{I_{к0}}{I_э} - \alpha(1-\alpha)\right]\right\}.$$

Из этой формулы можно установить, что для уменьшения коэффициента шума необходимо: 1) выбирать транзисторы с высокой предельной частотой f_α, у которых значение коэффициента усиления α сохраняется высоким в рабочем диапазоне частот; 2) выбирать соответственно режим работы транзистора. Так, для транзистора ГТ313 при напряжении на коллекторе 3—7 *в* оптимальной величиной тока эмиттера с точки зрения шумов является 2—3 *ма*; 3) использовать транзисторы с малой величиной обратного тока коллектора $I_{к0}$ и с незначительным ростом его под влиянием температуры (для ГТ313Б обратный ток коллектора при напряжении на нем — 12 *в* составляет не более 3 *мка*); 4) применять источник входного сигнала, эквивалентный генератору с сопротивлением $R_{\Gamma.опт} = 100 \div 500$ *ом* (при увеличении или уменьшении этого значения увеличиваются и шумы).

Температурная стабилизация параметров усилителя осуществляется путем включения резистора (R_5) в эмиттерную цепь транзистора T_1, при этом коллекторный ток практически не зависит от параметров транзистора и температуры. В некоторых схемах для устранения влияния температуры дополнительно используется резисторный делитель напряжения в базовой цепи. Кроме того, для стабилизации можно использовать цепи отрицательной связи, термисторы и т. п.

Гетеродин. Специфика гетеродина, собранного на транзисторах, заключается в зависимости параметров транзистора (а следова-

тельно, и каскада) от частоты, режима питания и окружающей температуры. Основным требованием к данному каскаду является поддержание стабильности частоты колебаний при изменении напряжения и температуры.

Обычно гетеродины строятся по трем основным схемам: с индуктивной обратной связью, с автотрансформаторной обратной связью и с емкостной связью. Для телевизионного диапазона первые две схемы конструктивно сложны. Поэтому в схеме телевизора применен гетеродин, собранный на транзисторе T_3 (рис. 3) по схеме с использованием емкостной обратной связи между эмиттером и коллектором с помощью конденсатора C_{14} небольшой величины (1,5 *пф*), достаточной для возбуждения колебаний. С этого каскада напряжение с частотой гетеродина подается через конденсатор C_{13} в эмиттерную цепь смесителя T_2.

Частота гетеродина выше частоты сигнала, и промежуточная частота $f_{ПЧ} = f_{чет} - f_{сигн}$. Подстройка частоты гетеродина легко осуществляется с помощью сердечников катушек индуктивностей L_7 и L_8, что обеспечивает достаточное перекрытие на всех 12 каналах. Катушка L_7 сменная.

Методика расчета гетеродина на транзисторе не отличается от методики, принятой в ламповой технике. Сначала производится расчет энергетического режима транзистора, а затем электрический расчет элементов схемы.

Температурная стабилизация гетеродина, выполненная аналогично ранее рассмотренным схемам, ведет к уменьшению ухода его частоты при изменении температуры. Дополнительным средством повышения стабильности может служить применение в схеме конденсаторов с минимально возможным ТКЕ.

Для уменьшения излучения частоты гетеродина в окружающее пространство используются экранировка блока ПТК и рациональный выбор конструкции и монтажа. Для этого же служит и каскад УВЧ, который предохраняет антенную цепь.

Смеситель. Основные требования к смесителю следующие:

1. Большое усиление преобразования при небольшой мощности на выходе гетеродина. При этом условии частота гетеродина стабильна и колебания гетеродина не проникают в цепь антенны. Кроме того, с увеличением крутизны преобразования растет величина сигнала ПЧ на выходе каскада.

2. Малые шумы преобразования.

По сравнению с ламповыми схемами смеситель на транзисторе обладает более низкими входным и выходным сопротивлениями, более высоким уровнем нелинейных искажений и собственных шумов, зависимостью коэффициента усиления от частоты, режима и температуры.

Транзистор T_2 (рис. 3) в каскаде смесителя включен по схеме с общей базой. Может быть использована также схема включения с общим эмиттером; крутизна преобразования и шумы обеих схем примерно одинаковы.

Как видно из принципиальной схемы, в блоке ПТК применяются смеситель и гетеродин, выполненные на отдельных транзисторах, что позволяет подобрать оптимальные режимы работы обоих каскадов и упростить настройку.

Напряжения сигнала, наводимого индуктивно в катушке L_6, и гетеродина подводятся к эмиттеру смесителя. Гетеродин связан со

смесителем слабой емкостной связью, позволяющей развязать частоты $f_{сигн}$ и $f_{гет}$.

В общем виде смеситель можно представить в виде нелинейного четырехполюсника (рис. 4). При изменении частоты гетеродина $f_{гет}$ изменяется крутизна характеристики каскада; на выходе его образуются комбинационные (суммарные и разностные) частоты. Для дальнейшего усиления выделяется разностная частота $f_{ПЧ}=f_{гет}-f_{сигн}$, остальные подавляются благодаря избирательности характеристики УПЧ.

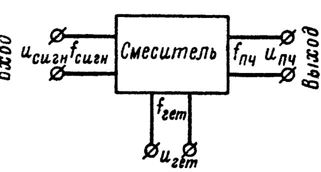


Рис. 4. Эквивалентная схема смесителя в виде четырехполюсника.

Сигнал ПЧ снимается с коллекторной цепи смесителя, в которой включен одиночный контур L_9, настроенный на среднюю частоту полосы пропускания УПЧ. Последовательно с контуром включен резистор R_{10}, позволяющий расширить полосу пропускания контура. Делитель из резисторов R_8 и R_9 создает напряжение смещения на базе транзистора и осуществляет температурную стабилизацию.

Обычно в каскаде смесителя нейтрализация не применяется, так как частота входного сигнала отличается от частоты сигнала на выходе, вследствие чего паразитная обратная связь уменьшается и становится менее опасной. Если все же каскад работает неустойчиво, то в качестве смесителя может быть использована каскодная схема, позволяющая уменьшить влияние внутренней обратной связи на 2—3 порядка.

В блоке ПТК использованы катушки со следующими индуктивностями: катушки L_1 и L_3—0,5 *мкгн*, L_2—0,2 *мкгн*, L_9—1,5 *мкгн*. Катушки L_4, L_5, L_6 могут быть взяты от промышленного телевизора «Юность». Катушки L_7, L_8 имеют для первого канала одинаковые индуктивности по 0,8 *мкгн*; для последующих каналов индуктивность катушки определяется выражением

$$L_7=\frac{L_8 L_{тр}}{L_8-L_{тр}},$$

где $L_{тр}$ — требуемая индуктивность для рассчитываемого канала.

УСИЛИТЕЛЬ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ

К схеме УПЧ предъявляются следующие требования:

1) высокий коэффициент усиления (не менее 1 000) при высокой устойчивости работы;

2) большая ширина полосы пропускания (5,5 *мгц*);

3) высокая избирательность по соседнему каналу;

4) стабильность параметров при изменении температуры и режима, смене транзисторов и т. п.;

5) минимально возможное число каскадов, малый объем, вес, габариты, стоимость, простота изготовления и настройки.

Выбор типа УПЧ определяется основными характеристиками телевизора, такими, как чувствительность, качество изображения. Известно несколько типов УПЧ, среди которых наиболее распространенными являются усилитель с одиночными настроенными контурами и усилитель со связанными контурами.

Усилитель с одиночными настроенными контурами (в каждом каскаде используется контур, настроенный на среднюю частоту полосы пропускания $f_{ср}$) обладает небольшим усилением на каскад, невысокой избирательностью, но зато весьма прост в изготовлении, настройке и эксплуатации. Параметры усилителя достаточно стабильны. Настройка контуров осуществляется путем изменения индуктивностей с помощью сердечников. В усилителе со связанными контурами (в каждом каскаде применяются два связанных контура, настроенных на $f_{ср}$) связь контуров обычно индуктивная, но может быть и емкостная. Схема обладает повышенной избирательностью и высоким значением произведения коэффициента усиления на полосу пропускания (так называемой площади усиления).

В некоторых схемах УПЧ функции избирательности и усиления разделены. При этом на входе используется фильтр сосредоточенной селекции, обеспечивающий необходимую избирательность и формирование частотной характеристики; для получения заданного усиления используется широкополосный усилитель, который может быть выполнен как по апериодической, так и по резонансной схеме (или в виде комбинации обеих схем). Кроме вышеперечисленных свойств, фильтр сосредоточенной селекции позволяет осуществить хорошее согласование выхода блока ПТК с входом УПЧ и уменьшает возможность перекрестных искажений. Этот фильтр представляет собой цепочку контуров, число которых зависит от требований к избирательности и составляет 3—10. Контуры фильтра экранированы друг от друга.

Выбранная схема УПЧ для любительского телевизора (рис. 5) имеет три каскада, включенные по схеме с общим эмиттером. При использовании схемы включения с общей базой усиление на один каскад уменьшается на 2—3 *дб*, однако при этом уменьшается входная емкость, улучшается температурная стабилизация и не требуется схем нейтрализации. Для получения необходимого усиления в этом случае надо увеличивать число каскадов, что невыгодно для любительского телевизора. В общем случае число каскадов УПЧ зависит от коэффициента усиления по мощности каждого каскада, чувствительности усилителя, уровня сигнала на входе блока ПТК и мощности, которую необходимо подать на вход детектора.

В двух первых каскадах УПЧ включены одиночные последовательные настроенные контуры L_5 и L_7. Эти каскады в основном осуществляют формирование средней части частотной характеристики усилителя, показанной на рис. 6.

Для повышения устойчивости усилительного каскада и получения требуемой полосы одиночные контуры обычно шунтируются активными сопротивлениями В схемах на транзисторах такими сопротивлениями являются входные и выходные сопротивления транзистора. На выходе третьего каскада используется полосовой фильтр с двумя связанными контурами L_9—L_{10}, обеспечивающий большое усиление и требуемую полосу пропускания,

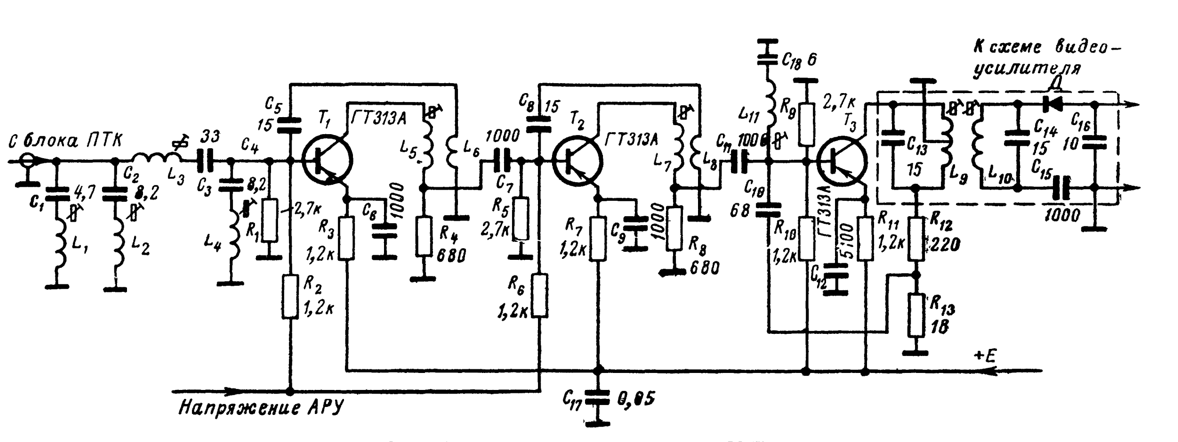


Рис. 5. Принципиальная схема УПЧ.

Конденсаторы C_{13} и C_{14} надо подбирать таким образом, чтобы емкости контуров L_9C_{13} и $L_{10}C_{14}$ (в них входят также паразитная емкость монтажа и емкость катушки) были одинаковыми.

Усиление всех каскадов УПЧ составляет около 60 *дб*. Размах сигнала на входе детектора около 2 *в*. На входе схемы усилителя включены режекторные фильтры, настроенные на промежуточные частоты звука и несущие частоты соседних каналов.

Контуры двух первых каскадов содержат дополнительные обмотки L_6 и L_8, используемые для нейтрализации. Число витков этих обмоток зависит от емкости конденсаторов C_5 и C_8 цепей нейтрализации и проходной емкости транзисторов. Нейтрализация выходного каскада осуществляется с помощью цепи обратной связи через конденсатор C_{10}. Примененные цепи нейтрализации, как и в схеме УВЧ, относятся к последовательным (рис. 7,*а*), которые нейтрализуют проходную проводимость на одной определенной частоте внутри диапазона. Можно также применить параллельную цепь нейтрализации (рис. 7,*б*), дающую устойчивость работы в широком диапазоне частот, однако она требует наличия разделительного конденсатора $C_р$, устраняющего влияние сопротивления R_N цепи нейтрализации на режим транзистора по постоянному току.

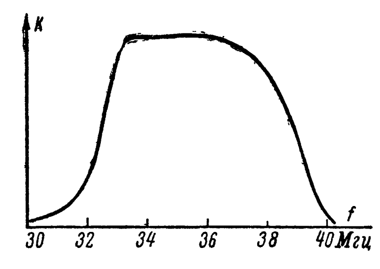


Рис 6. Частотная характеристика УПЧ.

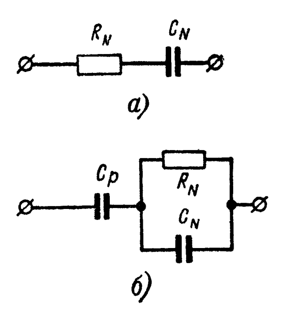


Рис. 7. Схемы цепей нейтрализации.

а — последовательная цепь; *б* — параллельная цепь

Для температурной компенсации в эмиттерных цепях транзисторов включены резисторы R_3, R_7 и R_{11}, сопротивление которых выбрано с точки зрения получения максимальной стабильности параметров.

Напряжение АРУ подается на два первых каскада. Действие АРУ незначительно изменяет характеристику УПЧ, и ее можно восстановить путем увеличения полосы пропускания регулируемых каскадов. Коэффициент усиления этих каскадов из-за действия напряжения АРУ составляет по 7—10, а для нерегулируемого каскада он равен 15—20.

В УПЧ (рис. 5) применены катушки со следующими индуктивностями: катушка L_1—3,1 *мкгн*, L_2 и L_4—2,3 *мкгн*, L_3—0,5 *мкгн*. Контуры L_5 и L_6 могут быть использованы от телевизора «Юность» с дополнением обмотки обратной связи. Катушки L_9 и L_{10} фильтра со связанными контурами имеют индуктивность 0,8 *мкгн*.

ВИДЕОДЕТЕКТОР

В настоящее время во всех схемах телевизоров используются видеодетекторы на полупроводниковых диодах (наиболее часто германиевых). Применение транзисторов в качестве видеодетекторов позволяет получить при детектировании некоторое усиление сигнала, однако такой детектор обладает сравнительно малым входным сопротивлением, большими нелинейными искажениями и нестабильным усилением.

Упрощенная схема детектора на диоде показана на рис. 8. Полярность включения диода зависит от используемого стандарта, количества каскадов видеоусилителя и способа подачи видеосигнала на кинескоп. По схеме модулирующее напряжение подается на катод кинескопа и оно согласно отечественному стандарту должно иметь положительную полярность относительно корпуса. В схеме видеоусилителя используется один каскад, меняющий полярность сигнала (эмитттерный повторитель на входе видеоусилителя полярность сигнала не меняет). Детектирующий диод включен последовательно в цепи передачи сигнала и для рассмотренных условий его полярность включения должна соответствовать схеме, показанной на рис. 8.

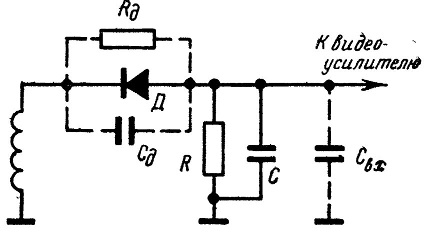


Рис. 8. Упрощенная схема детектора.

Величины R и C, выбираемые из условия отсутствия нелинейных искажений, определяются выражениями:

$$R \leqslant R_{вх} \frac{1-m}{m},$$

где $R_{вх}$ — сопротивление входа видеоусилителя;

m — глубина модуляции;

$$C \leqslant \frac{1,5}{2\pi F_в R},$$

где $F_в = 6{,}5$ *Мгц.*

Каждый диод обладает собственным внутренним сопротивлением $R_д$ и емкостью $C_д$. Для увеличения эффективности детектирования необходимо, чтобы выполнялись неравенства:

а) $R \gg R_д$; это условие обычно выполняется, так как $R_д \approx$ ≈ 200 *ом*, а $R \geqslant 2 \div 5$ *ком*;

б) $C > C_д$; это условие также выполняется, так как $C_д \approx 1$ *пф*, а $C = 10$ *пф*;

в) $$\frac{1}{f_{ср}} < R(C + C_д) \leqslant \frac{1}{2\pi F_в R}.$$

Зная $f_{ср}$, $F_в$ и $C_д$, можно определить необходимую величину R, задаваясь величиной C, или наоборот.

Связь детектора с входом видеоусилителя непосредственная по постоянному току. При этом входная емкость $C_{вх}$ первого каскада видеоусилителя будет шунтировать нагрузку детектора и, складываясь с C, искажать частотную характеристику. Для компенсации искажений используются схемы коррекции.

Для получения хороших параметров при диодном детектировании необходимо, чтобы сигнал, подаваемый на его вход, имел достаточно большую величину (свыше 1,5—2 *в*). При этом входное сопротивление детекторного каскада будет максимальным. С уменьшением входного сигнала уменьшается входное сопротивление, а следовательно, и эффективность детектирования.

ВИДЕОУСИЛИТЕЛЬ

К каскаду видеоусиления на транзисторах предъявляются в основном те же требования, что и в ламповых схемах (это связано с применением одного и того же типа кинескопа), а именно:

1) достаточное усиление по напряжению. Полный размах выходного видеосигнала должен достигать величины не менее 50 *в* (следует отметить, что величина выходного сигнала должна выбираться в соответствии с типом применяемого кинескопа; указанная величина используется в схеме с кинескопом размером 47 *см* по диагонали);

2) соответствующая полярность видеосигнала на выходе. Если в качестве модулирующего электрода используется катод кинескопа, модулирующий сигнал должен иметь положительную полярность относительно кропуса, если используется управляющий электрод, — отрицательную;

3) сохранение постоянной составляющей видеосигнала или ее восстановление;

4) передача всего диапазона видеочастот;

5) линейность частотно-фазовой характеристики;

6) регулировка контрастности в диапазоне не менее 10 *дб*.

Схема усилителя видеочастоты содержит два каскада (рис. 9). Первый каскад на транзисторе T_1 выполняет двойную функцию. В эмиттерной цепи этого каскада включен последовательный контур L_3C_4, настроенный на РЧ звука 6,5 *Мгц*, которая является результатом биений несущих частот изображения и звука. Для этой частоты сопротивление контура минимально и шунтирует эмиттерное сопротивление R_4; каскад оказывается включенным по схеме с общим эмиттером, являясь дополнительным усилителем разностной частоты. Для видеочастот, для которых этот контур обладает высоким сопротивлением, каскад оказывается включенным по схеме с общим коллектором и выполняет роль повторителя, согласующего высокое выходное сопротивление видеодетектора *Д* с малым входным сопротивлением выходного каскада.

Непосредственная связь по постоянному току между каскадами T_1 (ГТ311) и T_2 обеспечивает передачу постоянной составляющей вплоть до выхода видеоусилителя. При отсутствии такой связи для восстановления постоянной составляющей на выходе видеоусилителя в его цепь необходимо было бы ввести диодные схемы, известные из ламповой техники. Усилитель с непосредственной связью или восстановлением постоянной составляющей обеспечивает получение изображения более высокого качества.

В выходном каскаде T_2 для получения максимального усиления по мощности транзистор включен по схеме с общим эмиттером. Нагрузка в коллекторной цепи каскада разделена, так как с выхода усилителя сигнал поступает: на катод кинескопа, на селектор синхроимпульсов, на схему АРУ (с резистора R_9 на базу транзистора T_3).

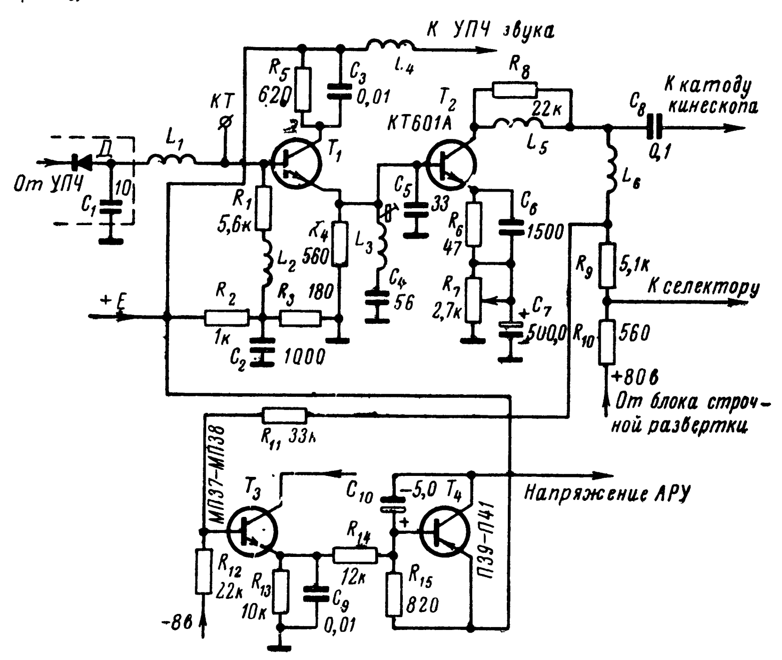


Рис. 9. Принципиальная схема видеоусилителя и АРУ.

Требуемое усиление достигается с помощью лишь одного выходного каскада на транзисторе КТ601А. Коэффициент передачи тока данного транзистора не менее 16, а модуль коэффициента передачи тока на частоте 20 *Мгц* не менее 2.

Получение требуемого размаха видеосигнала возможно при напряжении питания 80—100 *в*. Для создания такого напряжения используется дополнительная обмотка на выходном трансформаторе строчной развертки. Напряжение, возникающее на обмотке, выпрямляется с помощью диода.

Регулировка контрастности осуществляется путем изменения коэффициента усиления выходного каскада с помощью потенциометра R_7, включенного в цепь отрицательной обратной связи (с эмиттера на базу транзистора T_2). Так как регулировка контрастности (усиления) осуществляется в каскаде видеоусилителя, то видеодетектор работает наиболее эффективно, обеспечивая оптимальные к. п. д. и линейность детектирования. В ряде телевизоров

усиление видеоусилителя не меняется, а регулировка контрастности осуществляется путем изменения уровня детектируемого сигнала. Однако в телевизорах на транзисторах выходной уровень детектора обычно не превышает 2 *в*, и подобный метод регулировки может привести к тому, что выходной сигнал детектора значительно уменьшится (до 0,1—0,2 *в*), что может нарушить работу схемы.

В примененной схеме изменение усиления видеосигнала происходит без заметного изменения полосы пропускания; кроме того, регулировки контрастности и яркости взаимонезависимы.

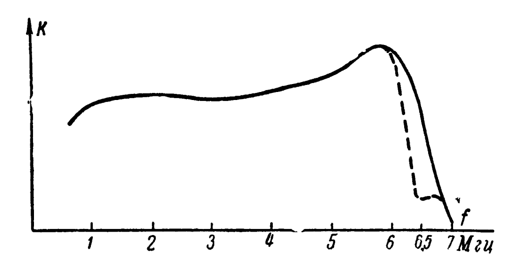


Рис. 10. Частотная характеристика видеоусилителя.

Частотная характеристика видеоусилителя приведена на рис. 10. Для стандарта 625 строк, по которому ведется передача телевизионных программ в СССР и многих европейских странах, полоса пропускания усилителя должна составлять 5,5 *Мгц*. Эта полоса полностью определяется выходным каскадом видеоусилителя. Следует отметить, что если телевизор рассчитан для приема нескольких стандартов (необходимого, например, при сверхдальнем приеме телевизионных программ), то видеоусилитель должен иметь наиболее широкую полосу пропускания и коммутирующее устройство, позволяющее уменьшать полосу пропускания при переключении на другие стандарты.

Для получения удовлетворительной частотной характеристики в широком диапазоне частот и максимально возможного усиления используются корректирующие индуктивности L_5 и L_6, исключающие влияние паразитных емкостей транзисторов, монтажа, нагрузки (кинескопа) и т. п.

В видеоусилителе (см. рис. 9) катушки имеют следующие индуктивности: катушка L_1—8 *мкгн*, L_2—150 *мкгн*, L_3—11 *мкгн*, L_4—6 *мкгн*, L_5 и L_6—150 и 100 *мкгн* соответственно.

СХЕМА АРУ

На вход телевизора часто подаются сигналы, значительно отличающиеся друг от друга по величине. Причинами изменения входного сигнала является различие уровней передатчиков, затухание сигнала, отражение его от различных препятствий, изменение положения приемной антенны, происходящее в переносных телевизорах, уход параметров элементов схемы и т. п. Схема АРУ позволя-

ет поддерживать постоянство выходного сигнала, изменяя усиление регулируемых каскадов в соответствии с изменением уровня входного сигнала.

Следует отметить, что в транзисторных телевизорах схема АРУ является гораздо более необходимой, чем в ламповых, в связи с изменением характеристик транзисторов под воздействием температуры и напряжения питания.

К схеме АРУ предъявляются следующие основные требования:

а) поддержание изменения среднего уровня выходного сигнала, подаваемого в виде напряжения видеочастоты на катод кинескопа, в небольшом диапазоне (±3 *дб*) при значительном изменении входного сигнала, поступающего с антенного снижения к входу УВЧ;

б) постоянство входных и выходных полных сопротивлений и других характеристик регулируемых каскадов;

в) сохранение высокого отношения сигнал/шум.

Схема АРУ (см. рис. 9) является ключевой и содержит два каскада, один из которых на транзисторе T_3 служит для создания напряжения регулировки, а второй на транзисторе T_4 — для его усиления. На базу транзистора T_3 подается напряжение задержки (—8 *в*) с делителя, подключенного к источнику — 75 *в*, имеющемуся в блоке строчной развертки. Транзистор T_3 может открываться лишь в том случае, если уровень сигнала, снимаемого с видеоусилителя, превышает напряжение задержки. Заметим, что сигнал видеочастоты может сниматься с любой точки между выходом детектора и модулирующим электродом кинескопа.

На коллектор транзистора T_3 подаются импульсы со специальной обмотки выходного трансформатора строчной развертки. Совпадение по фазе импульсов обратного хода строчной развертки и синхроимпульсов видеосигнала создает условия для отпирания транзистора ключевой АРУ на время существования синхроимпульсов; при этом амплитуда снимаемого со схемы АРУ напряжения пропорциональна уровню синхроимпульсов сигнала и не зависит от уровня сигнала, соответствующего передаче изображения. Использование ключевой системы АРУ позволяет повысить помехоустойчивость схемы телевизора.

Второй каскад АРУ, связанный с первым с помощью *RC* фильтра, при отсутствии сигнала или при слабом его уровне находится в состоянии насыщения и не вызывает изменения напряжения в цепях АРУ. При отпирании первого каскада сильным сигналом второй каскад запирается, а регулирующее напряжение, подаваемое на базы транзисторов соответствующих каскадов, понижается. Регулировка усиления одновременно в трех каскадах позволяет уменьшить глубину регулировки на каскад.

Регулировка усиления в общем случае осуществляется путем изменения рабочей точки характеристики транзистора. Это изменение может происходить при регулировке напряжения на коллекторе или эмиттере, а также тока эмиттера или коллектора. Наиболее простой способ регулировки усиления состоит в изменении тока коллектора, причем крутизна характеристики транзистора уменьшается как при увеличении (регулировка «вверх»), так и при уменьшении (регулировка «вниз») тока коллектора. В первом случае при увеличении тока уменьшаются входное и выходное сопротивления транзистора регулируемого каскада. Увеличение выходной емкости почти не влияет на работу схемы, и потому регулировка «вверх»

не искажает частотную характеристику этих каскадов. Кроме того, подобный метод регулировки позволяет уменьшить нелинейные искажения и коэффициент перекрестной модуляции. Во втором случае (регулировка «вниз») входное и выходное сопротивления растут, а входная и выходная емкости уменьшаются; при этом уменьшается и полоса пропускания.

В данной схеме применена регулировка «вверх», при которой с увеличением входного сигнала напряжение АРУ понижается, уменьшая усиление каскадов. Для расширения пределов регулировки сопротивления нагрузки регулируемых каскадов по постоянному току должны быть возможно малыми; с этой целью напряжение АРУ подается на каскады УВЧ и УПЧ с нагрузкой в виде коллекторных контуров.

В первом каскаде АРУ могут устанавливаться транзисторы типов МП37—МП38. Их параметры следующие: коэффициент усиления по току на частоте 1 *кгц* при токе эмиттера 1 *ма* и напряжении на коллекторе 15 *в* (для МП37А и МП37Б) и 5 *в* (для МП38А) составляет 15—30 (для МП37А), 25—50 (для МП37Б) и 45—100 (для МП38А); начальный ток коллектора не более 15 *мка* при напряжении на коллекторе 5 *в*; емкость коллекторного перехода на частоте 500 *кгц* и напряжении на коллекторе 5 *в* не более 50 *пф* у МП37А и 60 *пф* у МП37Б и МП38А; предельная частота коэффициента передачи не менее 1,0 *Мгц* для МП37А и МП37Б и 2,0 *Мгц* для МП38А при токе 1 *ма* и напряжении на коллекторе 5 *в*.

Второй каскад АРУ может быть собран на транзисторах типов П39—П41, имеющих следующие параметры при токе коллектора 1 *ма* и напряжении на коллекторе—5 *в*: коэффициент усиления по току на частоте 1 *кгц* 20—60 для П39Б, 20—40 для П40 и П40А и 30—60 для П41 и П41А; предельная частота 0,5 *Мгц* для П39Б и 1,0 *Мгц* для П40—П41А; обратный ток коллектора 15 *мка*; на частоте 500 *кгц* сопротивление базы 220 *ом*, а емкость коллекторного перехода не более 60 *пф*.

КАНАЛ ЗВУКА

УСИЛИТЕЛЬ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ ЗВУКА

Как известно, сигналы звукового сопровождения передаются путем частотной модуляции несущей, отстоящей от несущей частоты изображения на 6,5 *Мгц*. В одноканальных телевизорах промежуточная частота звука выделяется из их биений в виде разности частот. При выделении сигнала РЧ звука для нормальной работы телевизора необходимо устранять паразитную амплитудную модуляцию. С этой целью усиление на несущей частоте звука выполняется обычно на порядок меньше усиления на несущей частоте изображения.

Минимальное эффективное значение сигнала РЧ звука (6,5 *Мгц*) на входе УРЧ звука составляет 1—1,5 *мв*. Однако практически для получения необходимых запасов по чувствительности с учетом ухудшения КБВ на несущей частоте звука минимальное значение напряжения на входе УРЧ звука следует принимать величиной око-

ло 500 *мкв*. Для нормальной работы детектора отношений на его вход необходимо подавать напряжение порядка 1,5—2 *в*. Требуемое усиление можно обеспечить с помощью двух резонансных каскадов усиления, включенных по схеме с общим эмиттером.

Схема УРЧ звука показана на рис. 11. На первый каскад, собранный на транзисторе T_1, сигнал РЧ звука подается с предварительного каскада видеоусилителя. Контуры в коллекторных цепях транзисторов настроены на частоту 6,5 *Мгц*. Для получения максимального усиления используется полное включение контуров в коллекторных цепях. В эмиттерных цепях включены резисторы R_4, R_8, создающие отрицательную обратную связь по постоянному току для стабилизации режима транзистора при изменении температуры и разбросе параметров. Для устранения обратной связи по переменному току эти резисторы шунтируются емкостями конденсаторов C_4, C_6. Коллекторной нагрузкой выходного каскада, собранного на транзисторе T_2, является контур L_5C_7 фазовращающего трансформатора детектора отношений.

В УРЧ звука могут быть использованы контуры от телевизоров «Рубин», «Заря», а фазовращающий трансформатор — от телевизора «Юность».

ЧАСТОТНЫЙ ДЕТЕКТОР

Схема детектора преобразует изменение частоты входного сигнала в соответствующее изменение амплитуды напряжения на ее выходе.

Частотный детектор должен иметь:

1) линейную детекторную характеристику, обеспечивающую неискаженное детектирование при максимальной девиации частоты;
2) возможно больший коэффициент передачи;
3) максимально возможную чувствительность;
4) максимальное подавление паразитной амплитудной модуляции.

В данном телевизоре в качестве частотного детектора выбран детектор отношений, к преимуществам которого, по сравнению со схемой дискриминатора, следует отнести нечувствительность к резким изменениям амплитуды сигнала при воздействии помех, большой коэффициент усиления и лучшее подавление паразитной амплитудной модуляции, что исключает применение ограничителя.

Для нормальной работы детектора отношений на вход последнего каскада УПЧ звука достаточно подать напряжение 0,05—0,2 *в*.

Существенным недостатком детектора отношений является трудность его настройки, поэтому дробный детектор собран по симметричной схеме, которая более удобна в настройке и обладает лучшим подавлением амплитудного изменения входного сигнала на низких частотах.

Резисторы R_{10} и R_{11} (рис. 11) являются симметрирующими, уменьшающими амплитудную модуляцию сигнала. Их сопротивления подобраны из расчета получения отношения величин $\frac{R_{д1}+R_{10}}{R_{д2}+R_{11}}$, близкого к единице, что искусственно уменьшает разброс в величинах прямых сопротивлений диодов $Д_1$ и $Д_2$.

Конструкция полосового фильтра отличается от аналогичной конструкции в ламповых телевизорах в основном применением раздельных каркасов с общим экраном. В транзисторных схемах пер-

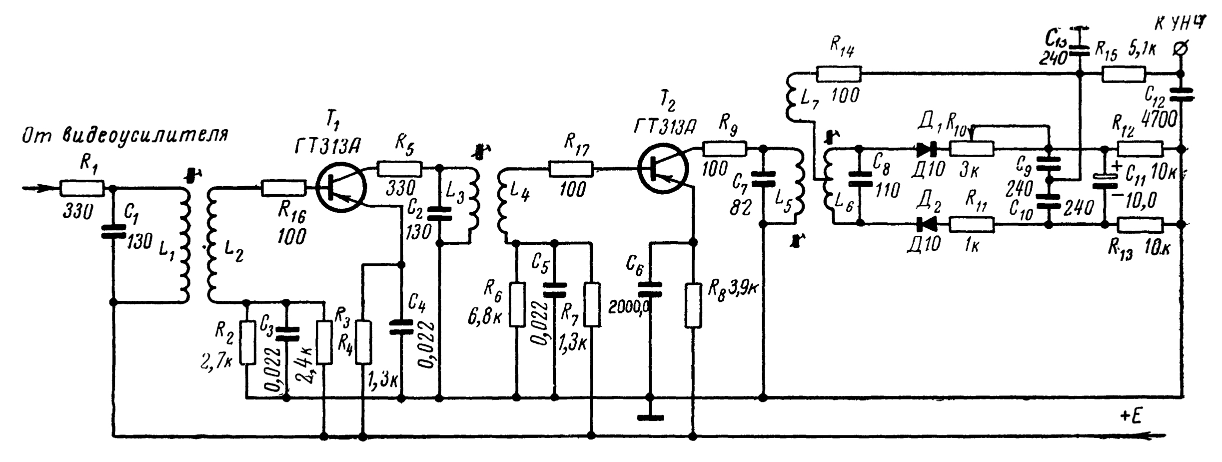


Рис. 11. Схема УПЧ звука и частотного детектора

вичный контур дробного детектора шунтируется малым выходным сопротивлением транзистора.

Как показывают расчеты, даже в случае применения детектора отношений необходимо вводить дополнительное подавление амплитудной модуляции за счет режима ограничения. Ограничение в выходном каскаде УРЧ звука (T_2) на низкой частоте, помимо применения колебательного контура L_5C_7 в качестве нагрузки, достигается за счет частотно-зависимой отрицательной обратной связи по переменному току. Для этой цели в цепь эмиттера включен резистор R_8 со сравнительно большим сопротивлением, зашунтированный небольшой емкостью конденсатора C_6. Потери усиления каскада на частоте 6,5 *Мгц* при этом получаются незначительными.

Исходя из самой низкой частоты возможной помехи, постоянная времени нагрузки дробного детектора выбрана порядка 0,2 *сек*. Резистор R_{14} служит для предотвращения резонанса в катушке связи L_7.

Резистор R_{15} вместе с конденсатором C_{12} образует фильтр, уменьшающий уровень высоких звуковых частот, специально повышенный на передатчике для улучшения отношения сигнал/шум. Элементы этого фильтра должны обладать постоянной времени 25—50 *мксек*.

Данные катушек индуктивности канала звукового сопровождения следующие: $L_1 = L_3 = 3{,}8$ *мкгн*, $L_2 = L_4 = 0{,}06$ *мкгн*, $L_5 = L_6 = 5$ *мкгн*, $L_7 = 1{,}5$ *мкгн*.

УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Схема УНЧ (рис. 12) содержит два каскада усиления. Выходной каскад собран по двухтактной трансформаторной схеме (T_2—T_3) и нагружен на динамический громкоговоритель.

В предварительном каскаде УНЧ (T_1) в качестве нагрузки используется согласующий трансформатор $Тр_1$, позволяющий получить максимальную передачу мощности и необходимый для работы выходного каскада поворот фазы сигнала. Предварительный каскад усиления работает при токе коллектора порядка 4 *ма*, что практически не вызывает нежелательного подмагничивания сердечника трансформатора.

Трансформаторная связь в УНЧ может применяться как при включении транзисторов по схеме с общей базой, так и с общим эмиттером. Лучшие результаты по усилению дает примененная схема с общим эмиттером, в которой сравнительно просто можно создать отрицательную обратную связь по току для улучшения частотной характеристики каскада.

Для получения на выходе УНЧ мощности порядка 0,5 *вт* при коэффициенте нелинейных искажений 10% применен двухтактный выходной каскад, работающий в режиме «В». Такой каскад имеет к. п. д., близкий к теоретическому (78%), и потребляет небольшую мощность от источника питания. Кроме того, каскад, работающий в режиме «В» с применением обратной связи, дает вполне допустимые уровни нелинейных и частотных искажений при небольших размерах выходного трансформатора. Получение максимальной мощности от него ограничивается в основном допустимыми значениями напряжения и тока.

Для каскада усиления мощности НЧ малогабаритных переносных телевизоров, питаемых от аккумуляторов, обычно целесообразно выбрать низкое напряжение питания, при котором аккумулятор имеет большой срок службы и небольшие размеры, вес и стоимость. Предел уменьшения напряжения источника питания ограничивается заданной выходной мощностью и коэффициентом нелинейных искажений, который заметно растет с ростом тока и уменьшением напряжения питания. Принятое для выходного каскада УНЧ телевизора напряжение источника питания 18 *в* удовлетворяет изложенным требованиям.

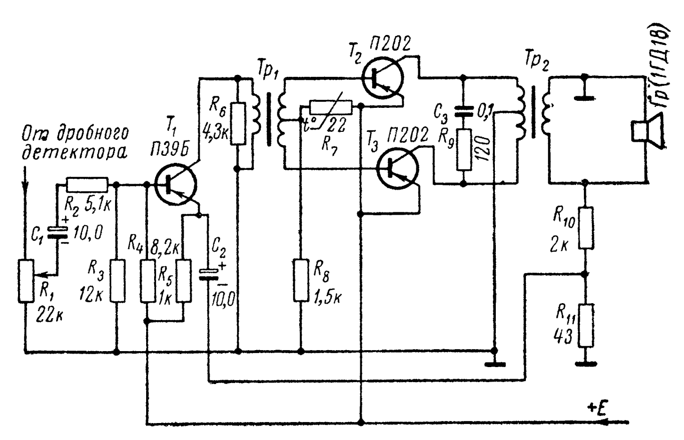


Рис. 12. Схема усилителя низкой частоты.

Необходимый режим работы транзисторов T_2 и T_3 устанавливается с помощью делителя R_7—R_8, причем резистор R_7 — терморезистор типа СТЗ-17 для температурной стабилизации.

Для повышения входного сопротивления УНЧ для согласования его с выходным сопротивлением детектора в цепь базы транзистора предварительного каскада включен согласующий резистор R_2 сопротивлением 5,1 *ком*. Полное входное сопротивление УНЧ при этом составляет около 10 *ком*, а максимальная величина подводимого сигнала 0,2—0,25 *в*.

Усилитель обладает малым коэффициентом нелинейных искажений (порядка 5%); однако, принимая во внимание, что в процессе работы могут появиться нелинейные искажения выше допустимого уровня, а также в целях улучшения качественных показателей работы, низкочастотный тракт охвачен отрицательной обратной связью (R_{10}, R_{11}, C_2) по напряжению. Часть напряжения с выходной обмотки трансформатора $Тр_2$ оконечного каскада подается на предварительный каскад.

Общее усиление по мощности тракта УНЧ с учетом всех цепей отрицательной обратной связи в усилителе при его входном сопротивлении 8—10 *ком* и амплитуде напряжения полезного сигнала порядка 100 *мв* составляет 50 *дб*.

СХЕМА СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ

При конструировании схем разверток на транзисторах основные трудности возникают при создании выходных каскадов, которые определяют требования и к остальным. Поэтому рассмотрим сначала принцип работы выходного каскада и основные требования, предъявляемые к нему.

Практическая схема выходного каскада строчной развертки дана на рис. 13.

Транзистор T управляется входными импульсами $U_{б\,э}$, показанными на рис. 14. Во время прямого хода развертки $t_{п.х}$ тран-

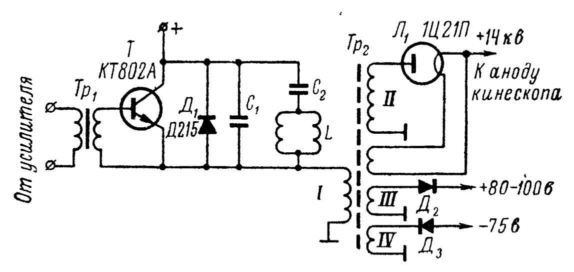


Рис. 13. Практическая схема выходного каскада строчной развертки.

зистор находится в режиме насыщения, напряжение на нем весьма мало и, таким образом, на катушке I действует постоянное напряжение E источника питания. Линейно нарастающий ток протекает по катушке I и через параллельно соединенные катушку отклоняющей системы $L(i_L)$ и транзистор $T(i_к)$, находящийся в режиме насыщения. К концу прямого хода ток в катушке достигает максимальной величины. Запирание транзистора импульсом $U_{б\,э}$ приводит к возникновению затухающего колебательного процесса. Контур, образованный катушкой L и конденсатором C_1, настроен так, что период его свободных колебаний равен примерно удвоенной длительности обратного хода $t_{о\,х}$. После запирания транзистора ток в катушке i_L падает, а напряжение на конденсаторе U_{C1} растет. В момент времени $t=t_{о\,х}/2$ ток в катушках равен нулю, а напряжение на конденсаторе максимально. Через четверть периода в момент $t=t_{о\,х}$ напряжение на конденсаторе изменит полярность, а ток в катушках достигнет максимальной величины, протекая в обратном направлении.

При изменении полярности напряжения на конденсаторе U_C диод $Д_1$ открывается, и катушка вновь оказывается подключенной к источнику напряжения E. В начале нового периода прямого хода развертки транзистор должен быть вновь переведен управляющим импульсом в режим насыщения, пока работает демпферный диод $Д_1$.

При выборе типа транзистора необходимо учесть, что допустимое напряжение коллектор — эмиттер должно быть больше напряжения импульса на конденсаторе во время обратного хода, которое равно $E+U_m \approx 8E$, т. е. зависит только от напряжения источника

питания. Допустимый ток транзистора в режиме насыщения должен быть больше максимального значения тока в конце прямого хода развертки, определяемого по формуле $I_{п.х} = \frac{0,7t_{п.х}E}{L}$.

В последнее время для анализа схем часто используется параметр, называемый переключаемой или «разрывной» мощностью

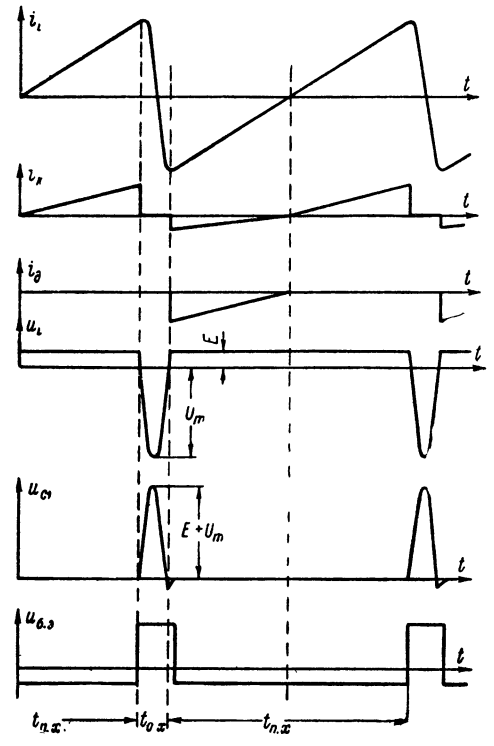


Рис. 14. Формы напряжений и токов в выходном каскаде строчной развертки.

$P_{раз}$. Эта мощность равна произведению максимальных величин напряжения и тока. Для кинескопа 47ЛК1Б она составляет 1 000 *в*.

Время запирания транзистора $t_з$ должно быть по возможности малым. Основную часть мощности, рассеиваемой транзистором, составляют потери мощности при выключении $P_{выкл}$:

$$P_{выкл} = \frac{P_{раз}t_з}{6T},$$

где T — период частоты строк.

Пользуясь этим выражением для заданной величины потерь мощности при выключении можно определить максимальное время запирания. Ориентировочный расчет показывает, что транзисторы должны иметь время запирания менее 1 *мксек*. В рассматриваемой схеме мощность, рассеиваемая транзистором при включении, мала и ею можно пренебречь.

Вышеперечисленным требованиям удовлетворяют транзистор типа КТ802А и демпфирующий диод типа Д215. Транзистор КТ802А имеет следующие параметры: коэффициент усиления по току не менее 15; постоянное напряжение коллектор — эмиттер в режиме насыщения не более 5 *в*; импульсное напряжение коллектор — эмиттер 130 *в* (при сопротивлении в цепи базы, близком к нулю); обратный ток коллектора не более 60 *ма*; максимальный ток коллектора 5 *а*; базы 1 *а*; предельная мощность, рассеиваемая на коллекторе, 50 *вт* при температуре 25° С; предельная температура перехода 150° С. Диоды Д215 допускают максимальный выпрямленный ток 10 *а* (5 *а* для Д215Б) при прямом падении напряжения 1,25 *в* (для Д215), 1 *в* (для Д215А) и 1,5 *в* (для 215Д). Обратный ток составляет 3 *ма* при максимальном рабочем напряжении. Допустимое обратное напряжение 200 *в*. Транзисторы, используемые в схеме выходного каскада, могут иметь различную величину коэффициента усиления по току, однако следует применять транзисторы с высоким усилением, поскольку при этом уменьшается мощность, требуемая от предварительного усилителя.

В схеме, показанной на рис. 13, конденсатор C_1 задает время обратного хода; корректирующий конденсатор C_2, включенный последовательно с отключающими катушками, необходим для создания S-образной формы тока в катушках, при которой пилообразный ток развертки представляет собой часть синусоиды. Для создания такой формы тока последовательный контур, состоящий из конденсатора C_2 и отклоняющих катушек, настраивается на частоту примерно равную $f_{стр}/2,6$, где $f_{стр}$ — частота строчной развертки. При этом период прямого хода составляет величину несколько меньшую, чем половина периода колебаний указанного контура.

Для прохождения постоянной составляющей коллекторного тока транзистор подключен к источнику питания E через первичную обмотку I строчного трансформатора $Тр_2$. Так как последний шунтирует отклоняющие катушки по переменной составляющей, то индуктивность первичной обмотки I должна быть значительно больше индуктивности строчных катушек L (практически в 20—30 раз). Отклоняющие строчные катушки для кинескопа 47ЛК1Б должны иметь 360 ампер-витков.

Высоковольтная обмотка *II* служит для получения высокого напряжения. Коэффициент трансформации равен 100. Напряжение выпрямляется высоковольтным кенотроном. Обмотки *III* и *IV* используются для создания постоянных напряжений величиной $+80 \div 100$ *в* и —75 *в*, которые подаются соответственно в видеоусилитель и блок питания.

Предварительный усилитель, показанный на рис. 15, в блоке строчной развертки выполняет функции усилителя мощности. Он состоит из предварительного и предвыходного каскадов.

Транзисторы в каскадах работают в ключевом режиме. Для согласования входного и выходного сопротивлений используются согласующие трансформаторы. Предвыходной каскад (в зависимости

от мощности, требуемой для нормальной работы выходного каскада) может быть собран на двух транзисторах.

Транзистор T_1 предварительного каскада находится в запертом состоянии и открывается импульсами положительной полярности. Длительность импульсов должна быть не менее длительности обратного хода. Через трансформатор $Тр_1$ импульсный сигнал без постоянной составляющей поступает на вход транзистора T_2 предвыходного каскада, который также открывается на время $t_{о.х}$ и находится в режиме отсечки в течение $t_{п.х}$. Через согласующий трансформатор $Тр_2$ мощный импульсный сигнал подается на вход выходной ступени таким образом, чтобы во время прямого хода

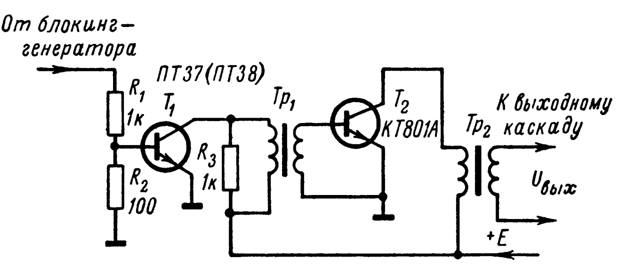


Рис. 15. Схема усилителя строчной развертки.

$t_{п.х}$ выходной транзистор был открыт, а во время обратного хода он был заперт. Для обеспечения режима насыщения выходного транзистора ток базы $I_б$ должен быть несколько больше тока базы в режиме насыщения $I_{б.н}$, который определяется выражением

$$I_{б.н} = \frac{I_{к.н}}{\beta},$$

где $I_{к.н}$ — ток коллектора в режиме насыщения;

β — минимальный коэффициент усиления транзистора по току.

Примем $I_б = 1{,}5 I_{б.н}$, тогда по входной характеристике можно определить напряжение $U_{б.э}$, соответствующее току $I_б$.

Поскольку согласующий трансформатор не пропускает постоянной составляющей, то амплитуды открывающего $U_{от}$ и запирающего $U_{зап}$ импульсов связаны соотношением

$$U_{от} t_{п.х} = U_{зап} t_{о.х},$$

откуда

$$U_{зап} = U_{от} \frac{t_{п.х}}{t_{о.х}}.$$

Полное напряжение на входе выходной ступени составляет:

$$U_{вх} = U_{от} + U_{зап},$$

где

$$U_{вх} = U_{от} \left(1 + \frac{t_{г.х}}{t_{о.х}}\right).$$

Так как амплитуда $U_{от}$ должна быть равна напряжению $U_{б.э}$, определенному ранее по характеристике, то напряжение на выходе предварительного усилителя должно быть:

$$U_{вх} = U_{б.э}\left(1 + \frac{t_{п.х}}{t_{о.х}}\right).$$

Так как транзистор T_2 работает в ключевом режиме, то, если пренебречь действием индуктивности рассеяния трансформатора $Тр_2$, размах напряжения на транзисторе и, следовательно, на первичной обмотке трансформатора будет равен напряжению источника питания.

С учетом коэффициента трансформации n имеем:

$$E = U_{вх} n,$$

где $n = W_1/W_2$; W_1 и W_2 — числа витков обмоток.

Отсюда получаем искомый коэффициент трансформации как

$$n = \frac{E}{U_{вх}}.$$

Индуктивности обмоток согласующего трансформатора определяются из условий неискаженной передачи импульса, причем предполагается, что трансформатор нагружен на активное входное сопротивление выходного транзистора.

В качестве задающего генератора в блоке строчной развертки транзисторного телевизора используется блокинг-генератор, собранный на транзисторе типа П40А.

Основные требования, предъявляемые к данному каскаду: высокое входное сопротивление, стабильность параметров при изменении режима и температуры.

Высокое входное сопротивление блокинг-генератора, достигаемое применением схемы с эмиттерно-базовой связью (рис. 16), необходимо для нормальной работы схемы фазового дискриминатора автоподстройки частоты строк.

Для стабильности частоты в базовую цепь блокинг-генератора включен так называемый «звенящий контур» $L_к C_к$, настроенный на частоту строчной развертки. Он создает устойчивую синхронизацию в начале каждого полукадра. Конструктивно звенящий контур выполнен на цилиндрическом каркасе с резьбовым сердечником, используемым для настройки.

Времязадающая цепочка $C_э$, $R_э$, используемая также для повышения температурной стабильности, включена в эмиттерную цепь.

Для защиты от импульсных помех на входе блокинг-генератора установлен фильтр ($C_ф$, $R_ф$, C).

Как известно, период срабатывания блокинг-генератора определяется длительностью нахождения транзистора в запертом состоянии. Транзистор блокинг-генератора заперт, пока напряжение база—эмиттер положительно. Отрицательное смещение на эмиттере относительно базы создается конденсатором $C_э$ в результате заряда его эмиттерным током во время формирования импульса. После заряда

конденсатор разряжается через резистор $R_э$ и поддерживает транзистор в запертом состоянии. Сопротивление резистора $R_э$ определяет также величину входного сопротивления $R_{вх}$ и может быть вычислено по фромуле

$$R_э = \frac{R_{вх}}{\beta},$$

где β — коэффициент усиления.

Однако увеличивать сопротивление резистора $R_э$ для повышения входного сопротивления не следует, так как при этом необходимо уменьшать емкость $C_э$ и, следовательно, длительность импульса. Поэтому обычно принимают $R_э = 1$ *ком*, а $C_э = 0{,}02$ *мкф*. При этом длительность импульса равна 20 *мксек*.

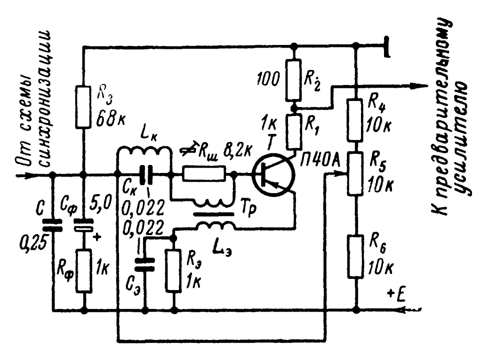


Рис. 16. Схема задающего каскада строчной развертки.

Длительность импульса также в значительной мере зависит от величины сопротивления резистора $R_ш$, шунтирующего базовую обмотку трансформатора блокинг-генератора.

Экспериментально было установлено, что для генерирования управляющих выходным каскадом импульсов надлежащей величины необходимо, чтобы $R_ш = 6 \div 10$ *ком*,

$$n = \frac{W_б}{W_э} = 5 \text{ и } L_э = 1 \div 2\ мгн,$$

где $W_б$ и $W_э$ — число витков обмоток трансформатора, включенных в цепь базы и эмиттера;
$L_э$ — индуктивность обмотки $W_э$.

Трансформатор блокинг-генератора может быть собран на ферритовом магнитопроводе типа Ш-4, 2000НМ или броневого типов Б14—Б18, 1500НМ—2000НМ.

Резисторы R_1 и R_2 в коллекторной цепи, одинаково влияющие как на длительность, так и на частоту импульсов, являются нагрузочными. Выходной сигнал снимается с общей точки их соединения. Благодаря такому включению выходной цепи изменение входного

сопротивления предварительного каскада не влияет на работу блокинг-генератора. Обычно принимают:

$$R_1+R_2=1\div5\ \textit{ком},$$

причем $R_1/R_2\approx10$.

Частота строк регулируется изменением напряжения смещения на базе транзистора с помощью потенциометра R_5, включенного в цепь делителя напряжения, состоящего из резисторов R_4 и R_6.

БЛОК КАДРОВОЙ РАЗВЕРТКИ

Блок кадровой развертки в транзисторных телевизорах может быть собран по двум схемам: со связью по постоянному току и с трансформаторным выходом.

Преимущества первой схемы заключаются в высокой экономичности (мощность, потребляемая двухтактной схемой, в 4 раза меньше, чем у линейного каскада) и возможности получения небольших габаритов и веса блока (отсутствует выходной кадровый транс-

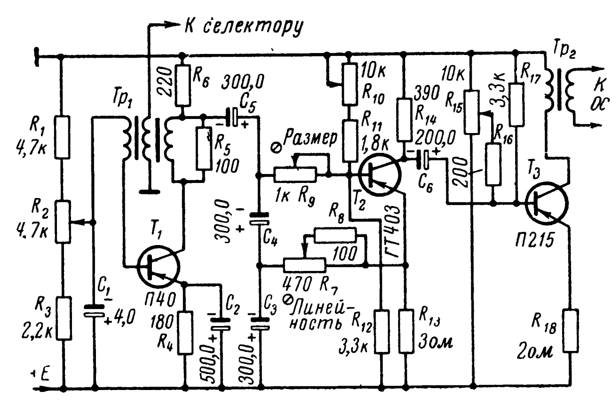


Рис. 17. Схема кадровой развертки.

форматор). Эта схема предпочтительнее при использовании в переносных малогабаритных телевизорах. Расчет схемы производится аналогично расчету широко известной бестрансформаторной схемы выходного каскада УНЧ.

Схема блока кадровой развертки, работающего в линейном режиме (класс А), широко применяется в стационарных телевизорах, так как их габариты и вес строго не лимитированы и нет препятствий к использованию выходного кадрового трансформатора или дросселя, а малое количество транзисторов делает схему достаточно дешевой и надежной.

Для телевизора выбрана схема кадровой развертки, показанная на рис. 17.

Рассмотрим сначала работу выходного каскада с трансформаторной нагрузкой, рассчитанной на подключение отклоняющей системы кинескопа (угол отклонения 110°, размер экрана по диагонали 47 *см*).

При использовании унифицированной отклоняющей системы ОС110А трансформатор $Тр_2$ нагружается на кадровые катушки, имеющие активное сопротивление $R_к=8$ *ом* и индуктивность последовательно соединенных катушек $L_к=25$ *мгн*. Для мощных транзисторов, используемых в выходном каскаде, оптимальной величиной нагрузки $R_н$ с точки зрения отдачи мощности является сопротивление 30—40 *ом*. Поэтому следует использовать трансформатор $Тр_2$ с коэффициентом трансформации $n=2$, так как $n \approx \sqrt{R_н/R_к}$.

При амплитуде пилообразного тока I в кадровых отклоняющих катушках величиной 1 *а* и времени обратного хода $t_{о х}$ порядка 1 *мсек* импульс напряжения на отклоняющих катушках во время обратного хода составляет:

$$U_L = L_к \frac{I}{t_{о.х}} = 25 \text{ в}.$$

Кроме того, к этому напряжению добавляется напряжение, возникающее вследствие падения напряжения на активном сопротивлении отклоняющих катушек. Таким образом, общий размах напряжения на отклоняющих катушках составляет около 30 *в*. Напряжение на транзисторе с учетом коэффициента трансформации должно быть:

$$U_к = U'_L n \approx 60 \text{ в}.$$

Ввиду того, что длительность обратного хода может быть меньше 1 *мсек*, предельное напряжение на транзисторе следует принимать не менее 80 *в*. Ток коллектора определяется как

$$I_к = \frac{I}{n} = 0{,}5 \text{ а}.$$

Этим требованиям удовлетворяет транзистор типа П215, имеющий коэффициент усиления $B=20 \div 150$ (в схеме с общим эмиттером), предельный ток коллектора 5 *а*, напряжение коллектор — база 80 *в*, коллектор — эмиттер 60—70 *в*, эмиттер — база 15 *в*, обратные токи коллектор — эмиттер 30 *ма*, коллектор — база и эмиттер — база 0,3 *ма*, ток базы 0,5 *а*, рассеиваемую мощность 10 *вт* при температуре +45° С, предельную температуру перехода +85° С.

Трансформатор $Тр_2$ может быть собран на стандартном сердечнике из пластин типа 16 × 20. Индуктивность первичной обмотки составляет 0,3—0,4 *гн*.

В указанном режиме необходимый входной ток составляет:

$$I_б = \frac{I_к}{\beta} = 15 \div 20 \text{ ма},$$

при входном напряжении

$$U_{вх} = 1 \text{ в}.$$

Такую входную мощность может обеспечить предвыходной каскад, собранный на транзисторах типов П38—П41. Однако мощность рассеяния для этих транзисторов будет близка к предельному значению. Поэтому для надежной работы предвыходного каскада не-

обходимо использовать в нем транзистор средней мощности типа 1Т403.

Положения рабочих точек транзисторов в выходном и предварительном каскадах задаются напряжениями смещений на базах, подаваемых с делителей напряжений R_{10}—R_{12} и R_{15}. Потенциометры этих делителей служат для грубой регулировки линейности развертки. Точная регулировка линейности осуществляется цепью обратной связи с потенциометром R_7. Размер растра по вертикали регулируется потенциометром R_9.

В качестве задающего генератора кадровой развертки может использоваться блокинг-генератор или мультивибратор с формирующей цепью. Последний очень удобно использовать в сочетании с бестрансформаторной схемой выходного каскада, так как его выходное сопротивление хорошо согласуется с высоким входным сопротивлением выходного каскада и позволяет получить высокую линейность.

Блокинг-генератор, собранный по наиболее распространенной схеме с коллекторно-базовой связью, используется в блоке кадровой развертки с трансформаторным выходом. Для блокинг-генератора на транзисторе П40 на схеме рис. 17 приведены все необходимые величины его элементов.

Трансформатор $Тр_1$ имеет три обмотки. Индуктивность коллекторной обмотки и обмотки синхронизации, идущей к селектору, составляет около 2 *мгн* каждая. Индуктивность обмотки, включенной в цепь базы, имеет величину порядка 50 *мгн*.

Потенциометр R_2 установлен для регулировки положения рабочей точки транзистора T_1 с целью изменения частоты кадров.

СХЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ

Схема синхронизации служит для выделения синхронизирующих импульсов из полного телевизионного сигнала, усиления их и подачи на задающие каскады строчной и кадровой развертки. Кроме того, в телевизорах, собранных полностью на транзисторах, синхронизация строчной развертки осуществляется только с помощью системы автоматической подстройки частоты и фазы задающего блокинг-генератора. Это объясняется тем, что из-за большого времени переключения транзисторов блока строчной развертки при синхронизации импульсным методом получается довольно большой (порядка 5 *мксек*) сдвиг изображения. Система автоматической подстройки исключает этот сдвиг.

Схема синхронизации содержит: амплитудный селектор, отделяющий импульсы синхронизации от сигнала изображения, усилитель синхроимпульсов — парафазный усилитель строчных синхроимпульсов для управления фазовым дискриминатором, фазовый дискриминатор, управляющий частотой задающего генератора блока строчной развертки, интегрирующий фильтр для выделения кадрового синхроимпульса. Следует заметить, что для получения запаса устойчивости кадровой синхронизации телевизоров высшего класса может быть установлен дополнительный усилитель кадровых синхроимпульсов, включаемый после интегрирующего фильтра.

Принципиальная схема блока синхронизации показана на рис. 18.

Для защиты цепей синхронизации от импульсных помех небольшой длительности в цепь базы транзистора T_1 амплитудного детектора включены параллельно соединенные резистор R_1 и конденсатор C_2. Постоянная времени этой цепи меньше периода строчной развертки. Приходящие помехи в виде коротких импульсов заряжают конденсатор C_2 практически до пикового значения помехи. При этом напряжение на конденсаторе C_1 почти не меняется, так как его емкость значительно больше емкости конденсатора C_2. По окончании действия каждого импульса помехи конденсатор C_2 раз-

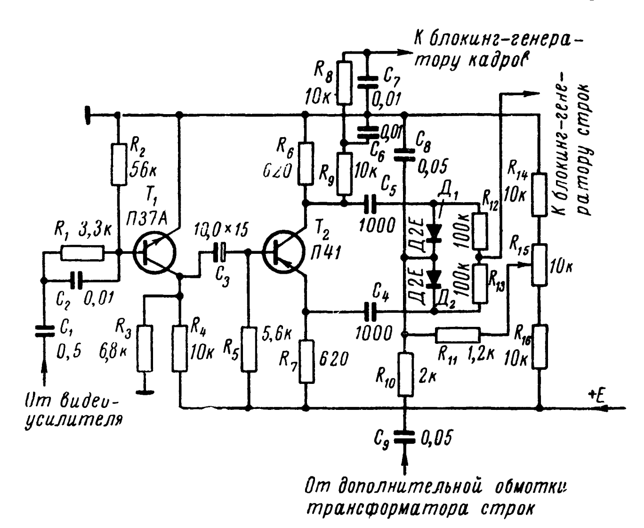


Рис. 18. Схема синхронизации.

ряжается через резистор R_1 и импульсы помех не нарушают синхронизацию.

Амплитудный селектор собран на транзисторе П37А. Отделение синхроимпульсов от сигнала изображения происходит путем ограничения полного видеосигнала с двух сторон. Для этого режим транзистора T_1 выбран таким, что синхроимпульсы видеосигнала ограничиваются сверху за счет насыщения транзистора и снизу за счет отсечки коллекторного тока.

Указанный транзистор работает в ключевом режиме. Когда на вход селектора приходит синхроимпульс положительной полярности, транзистор переходит из режима отсечки в режим насыщения. После действия импульса он возвращается в режим отсечки Этим достигается двустороннее ограничение синхроимпульсов.

Парафазный усилитель синхроимпульсов собран на транзисторе T_2 с коллекторной и эмиттерной нагрузками с целью получения импульсов синхронизации противоположной полярности, необходимых для работы фазового дискриминатора.

С коллекторной нагрузки транзистора T_2 синхросмесь поступает на двухзвенный интегрирующий фильтр R_7, C_6, R_8, C_7, с выхода которого сформированные синхроимпульсы кадровой развертки поступают на блокинг-генератор кадров.

Фазовый дискриминатор собран на диодах $Д_1$ и $Д_2$ типа Д2Е. На схему дискриминатора поступают усиленные строчные синхроимпульсы противоположной полярности и проинтегрированные импульсы обратного хода строчной развертки с выходного трансформатора строк. В зависимости от сдвига фаз между ними дискриминатор вырабатывает регулирующее напряжение, необходимое для изменения частоты блокинг-генератора строк.

Регулировка частоты строк производится в дискриминаторе путем изменения напряжения смещения на диодах с помощью потенциометра R_{15}, включенного в цепь делителя напряжения R_{14}—R_{16}.

БЛОК ПИТАНИЯ

Высокое качество изображения и устойчивая работа транзисторного телевизора могут быть получены только при сравнительно малом изменении величины напряжения питания, поэтому для его питания используется стабилизированный выпрямитель напряжения.

Нестабильность питающего напряжения в транзисторном телевизоре, кроме изменения размеров растра, яркости экрана и нарушения фокусировки изображения, может также вызвать значительные изменения частотных характеристик и коэффициентов усиления каскадов в каналах изображения и звука, связанные с изменением режимов работы транзисторов. Особо нежелательными последствиями нестабильности являются неустойчивость синхронизации телевизора и чрезмерный уход частоты гетеродина.

Применение в телевизоре стабилизированного источника напряжения и транзисторного фильтра, обладающих малых внутренним сопротивлением и высоким коэффициентом стабилизации, дает возможность избежать всех перечисленных недостатков.

Для переносного транзисторного телевизора необходимым условием работы является возможность подключения к встроенному внутрь или выносному выпрямителю и к автономному источнику питания (например, автомобильному аккумулятору или специальной переносной аккумуляторной батарее). Это обстоятельство однозначно определяет величину напряжения питания переносного телевизора.

Выпрямитель может быть оконструирован в виде отдельной приставки, легко отделяющейся от телевизора при питании от аккумулятора. Это значительно сокращает общий вес и габариты телевизора. Эта же приставка может одновременно являться устройством для подзаряда аккумулятора.

В транзисторных телевизорах могут быть использованы стабилизированные выпрямители с выходным напряжением 12 или 18 *в*. Суммарный ток потребления в основном зависит от типа применяемого кинескопа и мощности выходного каскада УНЧ. При использовании кинескопа 47ЛК1Б и УНЧ мощностью 0,5—0,7 *вт* следует применить выпрямитель на 18 *в*, рассчитанный на ток потребления порядка 2—2,5 *а*. Для переносного телевизора с кинескопом, имеющим размер экрана 23 или 14 *см* по диагонали, пред-

почтителен выпрямитель на 12 *в*; при мощности выходного каскада УНЧ 0,1—0,5 *вт* суммарное потребление находится в пределах 0,7—2 *а*.

Стабилизированные источники питания, выполненные полностью на полупроводниковых приборах, имеют небольшие размеры и вес, а также высокие надежность и к. п. д. по сравнению с другими видами стабилизаторов и выпрямителей.

Схема блока питания телевизора приведена на рис. 19. Напряжение сети через фильтр и предохранители подводится к первичной обмотке силового трансформатора *Тр*, в качестве которого может быть применен тороидальный ленточный трансформатор, обладаю-

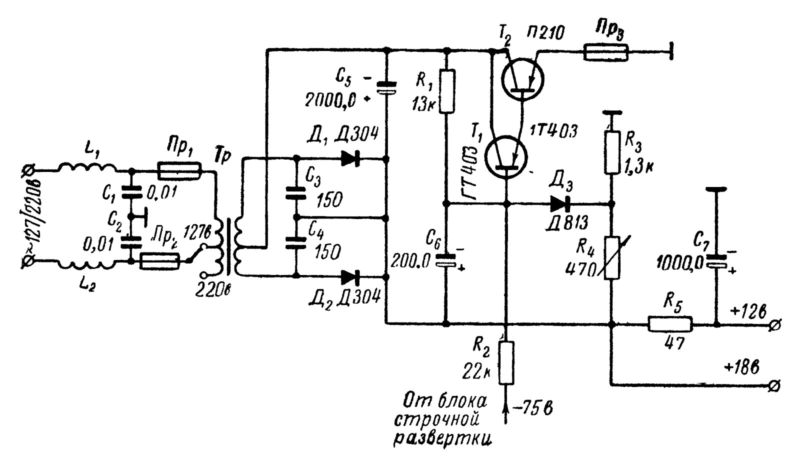


Рис. 19. Схема блока питания.

щий меньшими полями рассеяния, малым весом и габаритами по сравнению с другими конструкциями. Снимаемое со вторичной обмотки напряжение после прохождения через выпрямитель, собранный по двухполупериодной схеме на диодах $Д_1$ и $Д_2$, поступает на вход стабилизатора с транзисторным фильтром. Как известно, действие транзисторного фильтра основано на том, что сопротивление участка коллектор — эмиттер проходного транзистора для переменного тока гораздо больше, чем для постоянного. Транзисторный фильтр по сравнению с фильтрами *RC* и *LC* типа позволяет получить высокий коэффициент сглаживания пульсаций. Эффективная емкость фильтра, действующая параллельно нагрузке, приблизительно в β (коэффициент усиления) раз больше основной емкости фильтра. Очевидно, что чем выше β транзистора, тем больше сглаживающее действие фильтра.

В связи с применением в схеме составного транзистора, работающего как эмиттерный повторитель, общий коэффициент усиления по току $\beta_{экв}$ может достигать 1 000—1 500. При выбранном значении емкости фильтра стабилизатора (C_6=200 *мкф*) эффект умножения емкости фильтра составляет:

$$C_{экв} = \beta_{экв} C_6 = 200 \div 300 \text{ тыс. } мкф,$$

а величина пульсации напряжения на выходе фильтра не превышает 15—20 *мв*.

Использование в схеме транзисторного фильтра стабилитрона $Д_3$ в качестве источника опорного напряжения позволяет добиться необходимой стабилизации напряжения на выходе фильтра, причем стабилизирующие характеристики получающейся последовательной схемы стаблизации также во многом зависят от значения $\beta_{экв}$ составного транзистора. Последовательная схема стабилизации напряжения работает следующим образом. Допустим, что вследствие изменения входного напряжения или величины нагрузочного сопротивления напряжение на выходе выпрямителя возросло. Это приведет к увеличению напряжения на делителе R_3—R_4 и соответственно уменьшению отрицательного потенциала базы транзистора T_1 относительно его эмиттера. Последнее вызовет уменьшение тока коллектора усилителя обратной связи (транзистора T_1) и, следовательно, падение тока базы проходного транзистора T_2. При этом сопротивление проходного транзистора постоянному току увеличивается, а падение напряжения на участке коллектор — эмиттер возрастет. Дополнительное падение напряжения на участке коллектор—эмиттер восстановит исходное напряжение на выходе выпрямителя.

Номинальное выходное напряжение в небольших пределах может регулироваться переменным резистором R_4.

На схему стабилизации через делитель R_1—R_2 подается напряжение — 75 *в*, создаваемое в блоке строчной развертки. Это напряжение задает рабочий режим для регулирующего транзистора T_1. Кроме того, в данной схеме источник отрицательного напряжения выполняет еще одну очень важную функцию

Во время включения телевизора из-за возникающих переходных процессов возможен выход из строя дорогостоящих проходного транзистора фильтра и транзистора выходного каскада строчной развертки. Для устранения возможности выхода из строя транзисторов в схему и введена специальная защита, схема которой работает следующим образом.

В момент включения блока питания телевизора напряжение на базе транзистора T_1 равно нулю. Конденсатор C_6 заряжается через резистор R_1, и напряжение на базе транзистора T_1 медленно возрастает. Транзистор T_1 начинает открываться, что вызывает возрастание постоянного выходного напряжения блока питания, которое приводит в действие схему строчной развертки. Отрицательное напряжение, снимаемое с дополнительного выпрямителя в выходном каскаде строчной развертки, создает необходимое базовое смещение на транзисторе T_1, который в свою очередь открывает проходной транзистор T_2. Рабочее напряжение блока питания возрастает до номинального значения. При случайном коротком замыкании или какой-либо неисправности в выходном каскаде строчной развертки отрицательное напряжение в цепи пропадает; рабочая точка проходного транзистора сдвигается вниз по нагрузочной прямой, и транзисторы T_1 и T_2 запираются При этом снижается рабочее напряжение на выходе блока питания до 60—70% и значительно повышается его внутреннее сопротивление, что в большинстве случаев предотвращает пробой транзистора выходного каскада строчной развертки и проходного транзистора фильтра.

Признаком нормальной работы схемы стабилизации напряжения является хорошая фильтрация переменной составляющей тока на

выходе блока питания, которая может быть проверена с помощью осциллографа или непосредственно по качеству изображения на экране кинескопа.

КОНСТРУИРОВАНИЕ И СБОРКА

Основой конструирования любого сложного радиотехнического устройства наряду с качественной разработкой принципиальной схемы является рациональное размещение и надежное закрепление его узлов и отдельных деталей.

Максимальная простота конструкции, ремонтопригодность и надежность работы достигаются созданием удобства доступа ко всем элементам схемы и местам электрического соединения, а также применением возможно большего числа высоконадежных, уже зарекомендовавших себя и отвечающих высоким требованиям к качеству работы нормализованных узлов и деталей. Общее количество деталей как электрической схемы, так и самой конструкции должно быть по возможности минимальным и однотипным.

Все детали конструкции должны изготавливаться из недорогостоящих материалов, но удовлетворяющих требованиям нормальной работы данной детали.

Простота эксплуатации, удобство сборки, налаживания и ремонта, а также хорошая работа схемы телевизора в различных климатических условиях во многом зависят от перечисленных требований.

Конструирование транзисторных телевизоров в принципе не отличается от конструирования достаточно освоенных радиолюбителями ламповых телевизионных приемников.

Специфичным для новых моделей телевизоров с применением транзисторов являются высокие требования к обеспечению нормальных температурных условий работы транзисторов и к значительному снижению габаритов и веса переносных моделей.

В связи с последним многие выпускаемые ранее промышленностью унифицированные узлы, радиодетали и материалы для ламповых телевизоров были подвергнуты значительной переработке, а некоторые из них были сконструированы или разработаны вновь.

К таким узлам и радиокомпонентам можно отнести, например, вновь разработанные и освоенные промышленностью новые кинескопы с размерами экранов по диагонали 23 и 47 *см*, унифицированные отклоняющие системы и строчные трансформаторы, различные ферритовые сердечники повышенного качества для трансформаторов и катушек индуктивностей, большое разнообразие малогабаритных постоянных и переменных резисторов и конденсаторов (в том числе малогабаритных электролитических конденсаторов типа К50-6) и многое другое.

Особое место занимает разработка и освоение обширной номенклатуры транзисторов и полупроводниковых диодов.

Как уже отмечалось, немаловажным условием качественной работы телевизора является создание при разработке схемы и конструкции телевизора облегченного температурного режима работы транзисторов, соответствующего их электрическим и тепловым характеристикам.

Так, например, обратный ток коллектора $I_{к.о}$ и коэффициент усиления β, являющиеся одними из важнейших параметров транзисторов, исключительно чувствительны к температуре. У мощных транзисторов, работающих обычно при высоких значениях температуры *p-n* перехода, изменение величины $I_{к.о}$ из-за такой температуры может значительно повлиять на стабильность работы транзистора, а следовательно, и всего каскада. Поэтому надо стремиться всячески уменьшать температуру окружающей транзисторы среды, особенно в мощных каскадах (УНЧ звука, кадровой и строчной развертки, проходного каскада стабилизатора напряжения).

Перепад температуры воздуха внутри правильно сконструированного телевизора по отношению к внешней среде, как правило, сохраняется при повышении температуры и может быть доведен до своей минимальной величины 10—12° С.

Это может быть достигнуто соответствующим расположением отдельных блоков и монтажных плат телевизора, обеспечивающим наилучшую конвекцию воздуха внутри телевизора, а также применением дополнительных теплоотводов для мощных транзисторов и отводом тепла на корпус телевизора при непосредственном закреплении этих транзисторов на шасси.

Следует при этом учитывать, что для уменьшения общего теплового сопротивления всегда лучше электрически изолировать радиатор транзистора от корпуса телевизора, чем транзистор от радиатора. Хорошие результаты дает применение черненых радиаторов, например из анодированного алюминия.

При конструировании телевизора желательно каскады с мощными транзисторами и нагревающиеся детали располагать сверху, а маломощные каскады с транзисторами, чувствительными к перегреву, — внизу конструкции рядом со специально предусмотренными радиаторами охлаждения.

Для получения наилучшей конвекции печатные платы следует располагать вертикально. Например, объединенная плата видеотракта и тракта звукового сопровождения может располагаться вертикально по одну сторону кинескопа, а плата с развертками — по другую. Такое расположение монтажных плат приемлемо почти для всех типов и размеров кинескопа и удобно с точки зрения расположения в пространстве между ними остальных узлов и блоков телевизора.

Платы могут быть легкосъемными (например, установленные в многоконтактных разъемах) или поворотными с применением шарниров и фиксаторов положения. Такие платы в значительной степени упрощают сборку, налаживание и ремонт телевизора.

В середине конструкции на несущих кронштейнах или уголках рамы телевизора могут быть закреплены тяжеловесные узлы и детали конструкции, например силовой трансформатор (в случае конструирования выпрямителя внутри телевизора), блок ПТК, строчный трансформатор со всеми деталями выходного каскада строчной развертки, электролитические конденсаторы фильтра или другие детали по усмотрению конструктора.

Оптимальный вариант конструкции телевизора должен исключать появление электрических взаимовлияний (наводок), поэтому следует удалять друг от друга и экранировать такие цепи, как вход усилителя низкой частоты и выход кадровой развертки и

видеоусилителя, а также вход блока ПТК и УПЧ изображения и выходной каскад строчной развертки. Недостаточное разделение и экранирование этих цепей в первом случае приводит к появлению в звуковом сопровождении кадрового фона, во втором случае может появиться нарушение синхронизации с изломом вертикальных линий и выбиванием отдельных строк.

Наводки на растр и вследствие этого геометрические искажения его краев могут быть вызваны расположением дросселей фильтра, силового трансформатора и магнита электродинамического громкоговорителя в непосредственной близости от конуса и горловины кинескопа. В случае невозможности достаточного удаления кинескопа от указанных узлов последние должны иметь специальные магнитные экраны, изготовленные из листовой стали толщиной 0,5—1 *мм.*

Для уменьшения полей рассеивания трансформатор блокинг-генератора строк и переходные трансформаторы строчной развертки могут быть изготовлены на ферритовых магнитопроводах типов Б14—Б26 (ОБ14—ОБ26), на броневых ферритовых сердечниках типа Ш-4 или цилиндрических сердечниках с применением дополнительных экранов.

Необходимо помнить, что телевизор представляет собой устройство, в котором используются самые различные по величине напряжения и токи. Наиболее опасными в транзисторном телевизоре являются напряжения, вырабатываемые выходной ступенью строчной развертки, и в том числе напряжение, подаваемое на анод кинескопа.

Это обстоятельство следует учитывать, даже несмотря на сравнительную безопасность транзисторного телевизора, объясняющуюся низким напряжением источника питания.

Строчный трансформатор и высоковольтный кенотрон лучше всего поместить в металлический экран или футляр из оргстекла, а вывод высокого напряжения надежно изолировать. При этом во избежание потерь на вихревые токи между строчным трансформатором и экраном должны быть предусмотрены зазоры 15—20 *мм*, а плоскость магнитопровода строчного трансформатора не должна быть перпендикулярна к плоскости шасси или каким-либо другим значительным по размерам, близким металлическим деталям.

Для повышения добротности «звенящего» (ударного) контура последний должен быть выполнен на цилиндрическом каркасе с применением ферритового сердечника.

При монтаже высокочастотных участков схемы следует обратить особое внимание на устранение паразитных наводок, которых можно почти полностью избежать путем экранировки элементов схемы.

Входные и выходные цепи высокочастотных участков должны быть разделены между собой, а сами платы должны иметь по краям шины заземления, выполненные из оголенного монтажного провода или луженой фольги.

На печатной плате все детали и узлы схемы, независимо от того, требуют ли они экранирования или нет, лучше расположить с одной стороны, а элементы цепей питания — с другой. Катушки с сердечниками для удобства настройки и рационального использования внутреннего объема также должны быть установлены с одной стороны платы, например со стороны кинескопа. Идеальной

с этой точки зрения является плоская печатная плата, на которой монтажные соединения расположены с одной стороны платы, а элементы схемы — с другой. Такая плата может быть изготовлена в радиолюбительских условиях одним из известных способов, например методом травления фольгированного гетинакса.

Все каскады по возможности располагаются на одной линии. Длина соединений элементов схемы должна быть возможно короче, особенно короткими должны быть соединения деталей контуров между собой, с транзисторами и земляной шиной. Жесткая конструкция плат и узлов схемы позволит предотвратить расстройку телевизора, ведущую к ухудшению работы схемы вследствие изменения монтажных индуктивностей и емкостей.

Для намотки корректирующих катушек индуктивностей и ВЧ дросселей можно использовать в качестве основания резисторы МЛТ-0,5 величиной 0,1—1 *Мом*. На этих сопротивлениях можно намотать катушки с индуктивностью до 150—180 *мкгн*.

Сборку и электрический монтаж печатной платы следует начинать с установки и крепления резисторов и конденсаторов. Затем на плату устанавливаются и крепятся контуры, дроссели и электростатические экраны.

Установка и пайка полупроводниковых приборов производится в последнюю очередь. На выводы транзисторов предварительно надеваются хлорвиниловые трубки (кембрик). Для обеспечения теплоотвода распайку полупроводниковых приборов желательно производить без укорочения выводов, однако при этом уменьшается жесткость их закрепления. В каждом конкретном случае следует принимать меры к исключению повреждений приборов из-за их перегрева и механических усилий. Сами печатные платы не должны иметь каких-либо осколов, трещин и короблений

Достаточную экранировку телевизора от внешних источников помех, а также уменьшение уровня помех, излучаемых телевизором в широковещательном диапазоне, можно получить, применив для телевизора металлический кожух. Для переносной модели телевизора такой кожух может одновременно являться надежной защитой телевизора от повреждений. Переносный телевизор может иметь легко съемную крышку футляра, выполненную из тонкой листовой стали, наружная сторона которой соответствующим образом окрашивается или оклеивается имитатором кожи. Крышка футляра должна иметь вентиляционные отверстия или радиаторы охлаждения.

Телескопическая антенна может быть расположена в специальном пазе переносной ручки. Необходимо предусмотреть надежное крепление ручки к крышке футляра и корпусу телевизора.

На верхней или лицевой панели телевизора могут быть расположены основные ручки управления громкостью, яркостью и контрастностью, переключатель каналов с ручкой настройки, выключатель питания. Ручки регулировки частоты кадров и строк, размеров растра, линейности и т. п. лучше располагать на задней и боковых панелях телевизора или выводить под шлиц.

На задней стенке телевизора должны также находиться гнезда для подключения блока питания или аккумуляторной батареи, гнездо для подключения встроенной или наружной антенны, переключатель напряжения, снимаемого с антенны, или дополнительное

гнездо с делителем, необходимые для работы телевизора при больших уровнях сигнала.

Аккумуляторная батарея и блок питания должны легко и надежно прикрепляться к корпусу переносного телевизора, например к его задней стенке.

Для увеличения полезной площади фасада при конструировании малогабаритных телевизоров и получения максимальной звуковой отдачи громкоговорителя в направлении, соосном с направлением кинескопа, удобно расположить громкоговоритель в специальном рупоре, расположенном под днищем телевизора. Этот рупор может быть поворотным и в походном состоянии надежно прикрыт.

Как уже упоминалось, любой телевизионный приемник представляет собой некоторую потенциальную опасность при его эксплуатации. Существует ряд требований, касающихся безопасности эксплуатации телевизоров, независимо от их типов и конструкций. К ним в первую очередь относится требование отсутствия напряжения с амплитудным значением свыше 34 *в* на элементах управления и деталях внешнего оформления, недоступности внутренних токопроводящих и высоконагретых частей и деталей, а также обеспечения взрывобезопасности кинескопа. Последнее достигается достаточной прочностью конструкции телевизора и его футляра, а также установкой перед экраном специального защитного стекла или плексигласа толщиной 3—4 *мм*, надежно закрепленного на передней панели телевизора.

С точки зрения противопожарной безопасности необходимо предусмотреть предохранители и выключатели, установленные в обоих полюсах источников питания телевизора.

РЕГУЛИРОВКА И НАСТРОЙКА

После окончательного закрепления узлов и деталей и тщательной проверки монтажной схемы можно приступить к регулировке и настройке телевизора.

Наладку телевизора следует начать с проверки работы выпрямителя и режимов полупроводниковых приборов. Особое внимание следует обратить на правильность подключения полюсов источника питания к схеме телевизора. Проверка режимов работы телевизоров может быть произведена с помощью лампового вольтметра типа ВК7-3 (А4-М2) или ВЛУ-2. В радиолюбительских условиях допускаются измерения приборами типов АВО-5, ТТ-1 и др., имеющими достаточно высокие входные сопротивления. Во избежание повреждения полупроводниковых и других деталей ни в коем случае не следует определять наличие напряжений на элементах схемы «на искру» или «на ощупь», а также касаться руками деталей и проводов, находящихся под напряжением свыше 34 *в*, даже если они изолированы. Высокое напряжение на аноде кинескопа разрешается измерять только высоковольтным щупом киловольтметра типа С-96 или аналогичного прибора. При работе с выключенным телевизором необходимо каждый раз производить разряд емкости кинескопа, замыкая разрядником высоковольтный вывод кинескопа на корпус телевизора.

Регулировку строчной и кадровой разверток желательно производить с помощью электронного осциллографа типов С1-5 (СИ-1),

С1-4 (ЭНО-1), ЭО-6, 25-И, ИО-4. Правильно собранный блокинг-генератор начинает работать при первом включении телевизора.

Если схема развертки при включении не заработала, то необходимо в первую очередь проверить правильность подсоединения трансформатора блокинг-генераторов. Большой ток потребления выходной ступени строчной развертки и недостаточно высокое напряжение на аноде кинескопа указывают на пониженную частоту задающего генератора, а малый размер растра и высоковольтные пробои — на повышенную. Длительная работа телевизора при неправильной частоте строчной развертки может привести к выходу транзисторов из строя.

При отсутствии телевизионного сигнала частоту задающего генератора строк и кадров можно ориентировочно установить с помощью осциллографа, подключенного к выходу блокинг-генератора или ко входу выходного каскада строчной развертки. Ориентировочно частота строк также может быть установлена на слух по точке срыва высокочастотного тона.

Затем необходимо проверить правильность формы и амплитуды напряжений и токов в выходных ступенях кадровой и строчной развертки с помощью подключения к выходам безындуктивных резисторов порядка 1—10 *ом*. Такие резисторы без труда можно изготовить из высокоомного провода с бифилярной намоткой.

Наличие больших выбросов тока транзистора выходного каскада строчной развертки, большое потребление, а также искажение формы напряжения $U_{к.э}$ указывают на то, что запирающий базовый импульс на входе транзистора по своей длительности меньше времени обратного хода строчной развертки. Увеличение сопротивления резистора $R_ш$ (см. рис. 16) в базовой цепи блокинг-генератора строк с 8 до 10—12 *ком* приводит к устранению этой неисправности.

Большое значение для правильной работы схемы строчной развертки играет форма напряжения и амплитуда упомянутого запирающего импульса. Этот импульс должен иметь достаточно крутые фронты. Наличие выбросов, расположенных вблизи переднего и заднего фронтов, улучшает работу схемы, так как они уменьшают время рассасывания носителей в транзисторе выходного каскада.

Как известно, величина базового смещения транзистора выходного каскада строчной развертки зависит от амплитуды поступающего на его вход импульса. При недостаточном базовом смещении (недостаточной амплитуде импульса) мощность выходного каскада оказывается также недостаточной, что ведет к уменьшению размера растра по горизонтали и высокого напряжения, подаваемого на анод кинескопа.

При избыточном смещении может возникнуть перенасыщение транзистора током и, как следствие, перегрев и выход транзистора из строя. Амплитуда нормального базового импульса находится в пределах 2—4 *в*, а с учетом выбросов 4—6 *в*.

При работе с телевизором необходимо следить за тем, чтобы базовая цепь транзистора выходной ступени строчной развертки ни при каких обстоятельствах не оказалась разорванной. Нарушение базовой цепи, как правило, приводит к выходу из строя транзистора выходного каскада, исправность которого может быть установлена с помощью лампового омметра. Короткое замыкание коллектора и эмиттера указывают на его пробой.

Следует помнить, что высоковольтное напряжение можно регулировать с помощью переменного зазора в выходном строчном трансформаторе, при этом максимум напряжения соответствует резонансу высоковольтной системы. При достаточной величине высокого напряжения этот зазор может быть использован для регулировки размера растра.

Окончательная регулировка строчной развертки производится при приеме телевизионного сигнала. Она заключается в настройке ударного контура блокинг-генератора строк. Для этого ударный контур первоначально закорачивается, фазовый детектор отсоединяется от строчной развертки, а ручкой «частота строк» развертка устанавливается на кратковременное удержание изображения по горизонтали. Затем ударный контур и АПЧ строк снова включаются в цепь и производится окончательная подстройка ударного контура. При этом необходимо стремиться к устойчивой синхронизации и минимуму искажений вертикальных линий изображения.

Регулировка кадровой развертки, как правило, не вызывает затруднений и обеспечивается правильностью выбора резисторов R_7 и R_8 (см. рис. 17) в цепи отрицательной обратной связи с соответствующей регулировкой напряжений смещения в выходном (R_{15}) и предвыходном (R_{10}) каскадах.

После того, как схема развертки телевизора будет налажена и все дополнительные выпрямители в выходной ступени строчной развертки будут подавать необходимые напряжения, можно приступить к регулировке и настройке каналов изображения и звукового сопровождения.

Настройку канала изображения следует начать с проверки работы видеоусилителя и его регулировки. Для этого в первую очередь следует еще раз убедиться в том, что напряжение источника питания коллекторной цепи видеоусилителя находится в пределах 80—100 *в*.

Методика регулировки видеоусилителя на транзисторах в принципе не отличается от методики регулировки любого широкополосного усилителя.

Основными характеристиками видеоусилителя являются его коэффициент усиления, амплитудная и частотная характеристики. Частотная характеристика видеоусилителя может быть определена и скорректирована с помощью свип-генератора для настройки телевизоров типа ПНТ или ИЧХ, а также с помощью генератора ГСС-6 и электронного осциллографа или лампового вольтметра (по точкам). Регулировка видеоусилителя, как правило, заключается в подборе корректирующих дросселей L_5 и L_6 (см. рис. 9) в цепи коллектора и установке напряжения смещения на базе, соответствующего выбранному режиму.

Амплитудная характеристика видеоусилителя и коэффициент усиления определяются на средней частоте полосы пропускания (порядка 2—2,5 *Мгц*). Для этих целей также могут быть использованы генератор ГСС-6 и осциллограф или вольтметр. Нормально работающий видеоусилитель должен иметь полосу пропускания порядка 5 *Мгц* и коэффициент усиления по напряжению 40—50 раз. Величина размаха неискаженного выходного сигнала на линейном участке амплитудной характеристики при напряжении источника питания 80—100 *в* может находиться в пределах 30—60 *в*.

При снятии частотной характеристики видеоусилителя детектор-

ная головка прибора ПНТ подключается непосредственно к катодному лепестку панельки кинескопа, а сама панелька отключается от кинескопа. Высокочастотный выход ПНТ следует подключать к базовой цепи эмиттерного повторителя видеоусилителя через цепочку $R=3$ *ком*, $C=0{,}01—0{,}05$ *мкф*, а видеодетектор отсоединить. Во избежание дополнительных искажений частотной характеристики в качестве емкости C_7 в цепи эмиттера видеоусилителя желательно применить электролитический конденсатор, имеющий сравнительно небольшую собственную индуктивность.

При коррекции частотной характеристики видеусилителя не следует стремиться к получению полосы пропускания более 5 *Мгц* и подъему характеристики на высоких частотах. Это может привести к появлению повторов и окантовок на изображении и дроблению изображения в виде мелких «кирпичиков» с частотой 6,5 *Мгц*. Вполне приемлемой является «падающая» характеристика видеоусилителя с неравномерностью в полосе пропускания не более 10—15%.

Для настройки режекторного контура L_3C_4 (см. рис. 9) видеоусилителя, а также и входного контура C_1L_1 (см. рис. 11) усилителя разностной частоты звука сигнал с ПНТ (или с ГСС-6) частотой 6,5 *Мгц* при 30%-ной амплитудной модуляции подается на вход эмиттерного повторителя видеоусилителя телевизора.

Регулировка и настройка линеек УПЧ изображения и звука транзисторного телевизора также мало чем отличается от настройки аналогичных ламповых схем.

Для настройки обоих трактов лучше всего воспользоваться приборами типа ПНТ, так как настройка по точкам малонаглядна и чрезмерно трудоемка, а регулировка по сигналам телецентра не дает представлений даже об элементарных характеристиках обоих каналов (усиление, неравномерность, избирательность, полоса пропускания) и осложняется отсутствием настроенного высокочастотного тракта (блока ПТК). При настройке следует шунтировать клеммы кабеля низкой частоты прибора ПНТ конденсатором емкостью 1 500—2 000 *пф*. Подробное описание работы с прибором ПНТ приведено в инструкции по эксплуатации этого прибора.

Настройку линеек УПЧ изображения и звука следует начинать с последних каскадов, подключая низкочастотный кабель прибора ПНТ непосредственно к нагрузке видеодетектора или частотного детектора.

При настройке частотного детектора сопротивление R_{10} (см. рис. 11) первоначально устанавливается в среднее положение и корректируется в дальнейшем по симметрии плеч характеристики детектора и минимуму амплитудной модуляции. Окончательная регулировка частотного детектора может быть произведена при приеме телевизионного сигнала по минимуму фона в паузе звукового сопровождения.

Убедившись в правильности работы оконечных каскадов УПЧ и детекторов, переходят к настройке предыдущего каскада и проверяют работу уже двух последних каскадов вместе и т. д. В связи с наличием сравнительно высоких обратных проводимостей транзисторов и вызванного этим взаимовлияния контуров отдельных каскадов при настройке очередного каскада необходима некоторая коррекция уже настроенных катушек.

Следует учитывать, что первые два каскада УПЧ изображения охвачены цепями АРУ, работа которой при настройке телевизора является нежелательной. Поэтому схему АРУ следует отключить, а необходимое базовое напряжение на первые каскады подвести к точке соединения резисторов R_2 и R_6 (см. рис. 5) от дополнительного источника напряжения 7—9 *в* с достаточно малым внутренним сопротивлением (две батарейки от карманного фонаря или аккумулятор).

Регулировка фильтра на входе УПЧ канала изображения заключается в настройке режекторных контуров на частоты, расположенные справа и слева от полосы пропускания, и обеспечении необходимой полосы пропускания регулировкой индуктивности катушки L_3 (см. рис. 5). Указанные операции производятся при подаче высокочастотного сигнала на контрольную точку *КТ1* (см. рис. 3) смесителя блока ПТК.

Если линейки УПЧ возбуждаются при заданном коэффициенте усиления, то должны быть приняты меры по дополнительной экранировке каскадов. В некоторых случаях может возникнуть необходимость в переделке отдельных частей монтажа или применении дополнительных развязок и шунтов.

Налаживание высокочастотного блока телевизора (блока ПТК) заключается в получении генерации гетеродина на всех каналах в соответствующих диапазонах частот, а также настройке контуров усилителя высокой частоты и смесителя.

Настройка контура L_9 смесителя (см. рис. 3) производится при подаче сигнала на контрольную точку *КТ1* (как и в случае настройки фильтров на входе УПЧ) по максимуму усиления промежуточной частоты при сохранении полосы пропускания и равномерности характеристики. Для устранения возможных искажений характеристики УПЧ настройка контура смесителя производится при установке переключателя программ на один из верхних каналов.

Наличие колебаний гетеродина может быть определено по показаниям миллиамперметра, включенного в коллекторную цепь транзистора T_3. Если при замыкании катушки L_8 контура гетеродина показание прибора изменяется, то гетеродин генерирует.

Настройка входных цепей и усилителя высокой частоты блока ПТК производится при подаче высокочастотного сигнала непосредственно на вход телевизора. Детекторная головка ПНТ при этом подсоединяется к контрольной точке *КТ1*. Для срыва колебаний гетеродина катушка L_8 (см. рис. 3) закорачивается.

Настройку фильтра на входе блока ПТК можно производить одновременно с настройкой УВЧ на первом телевизионном канале. При настройке путем изменения расстояния между витками катушек L_1—L_3 следует стремиться к равномерному подавлению высокочастотных сигналов в полосе промежуточных частот.

Полоса пропускания УВЧ каждого канала регулируется изменением расстояния между витками катушек L_5 и L_6, расположенных на соответствующей плате барабана переключателя каналов. Усилитель высокой частоты должен пропускать обе несущие телевизионного сигнала без частотных искажений.

После настройки высокочастотного блока производится окончательная регулировка и подстройка всего радиотракта телевизора по сквозной характеристике. При этом допускается корректировка

частотной характеристики УПЧ непосредственно по качеству изображения телевизионной испытательной таблицы 0249.

Для получения высококачественного приема звукового сопровождения в широком диапазоне настройки телевизора частотная характеристика канала УПЧ изображения должна иметь симметричную относительно несущей частоты звука ровную площадку шириной 0,3—0,6 *Мгц*. Это требование без труда может быть выполнено соответствующей настройкой режекторов звука C_1L_1 фильтра на входе УПЧ и самого УПЧ. При достаточном подавлении разностной частоты звука в видеоусилителе контуром L_3C_4 (см. рис. 9) уровень звуковой площадки может находиться всего лишь на 15—20 *дб* ниже уровня несущей частоты изображения.

Хорошее качество изображения с минимальными фазовыми искажениями может быть достигнуто при колоколообразной форме частотной характеристики УПЧ с относительно пологим склоном со стороны несущей частоты изображения и крутым склоном со стороны несущей частоты звука (см. рис. 6).

Большое значение для хорошей работы телевизора и в первую очередь устойчивости синхронизации имеет нормальная работа схемы АРУ.

Напряжение АРУ, измеренное в точке соединения резисторов R_2 и R_6 (см. рис. 5), при изменении входного сигнала в заданном динамическом диапазоне должно изменяться в пределах $+10 \div +6$ *в*.

Перед проверкой правильности работы АРУ необходимо в первую очередь убедиться в наличии и достаточной величине напряжения задержки на базе транзистора T_3 ключевого каскада. Это напряжение должно быть $-6 \div -8$ *в* и устанавливается при выбранном режиме видеоусилителя соответствующим подбором сопротивления резистора R_{12} делителя напряжения смещения (см. рис. 9). Необходимо также убедиться в наличии на транзисторе T_3 ключевого каскада импульсного напряжения, поступающего со строчного трансформатора.

В случае неудовлетворительной синхронизации, наблюдаемой после настройки схемы АРУ, обнаружить дефект схемы синхронизации можно достаточно быстро при помощи осциллографа, подключаемого поочередно к каскадам канала синхронизации. Синхронизирующие импульсы должны иметь соответствующие уровни и формы. Амплитуда синхросмеси, снимаемая с видеоусилителя, составляет приблизительно одну четвертую часть полного размаха напряжения на катоде кинескопа. В худшем случае напряжение на катоде кинескопа может составлять 5 *в*, поэтому можно считать, что минимальное значение амплитуды синхросмеси на входе селектора находится в пределах 1,25—1,5 *в*.

При выделении синхроимпульса в первом каскаде селектора верхняя часть его срезается за счет заряда емкости конденсатора C_1 (см. рис. 18), а нижняя отрезается вместе с сигналом изображения за счет отсечки коллекторного тока. Таким образом, усиливается только средняя часть синхроимпульса с амплитудой порядка 0,15—0,2 *в*. На схему АПЧ и блокинг-генератора строк поступают импульсы строчной синхронизации величиной 6 *в*.

Для синхронизации же кадровой развертки амплитуда синхроимпульса, снимаемого с интегрирующей цепочки, может составлять 0,5—1,5 *в*.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Дризе Евгений Матвеевич, Клейман Аркадий Юрьевич,
Кисин Леонид Борисович, Шор Климентий Георгиевич

Любительский телевизор на транзисторах

Редактор *К. Г. Лопатин*
Художественный редактор *Д. И. Чернышев*
Техн. редактор *В. В. Зеркаленкова*
Корректор *Е. В. Кузнецова*

Сдано в набор 25/XI 1966 г. Подписано к печати 27/II 1967 г. Т-01798
Формат 84×108 1/32 Бумага типографская № 2
Усл. печ. л. 2,52 Уч.-изд л. 3,41
Тираж 50 000 экз. Цена 14 коп. Зак. 2728
Издательство „Энергия", Москва, Ж-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Шлюзовая наб., 10.

Цена 14 коп.